الصف الثالث الثانوي

تراكم معرفي في الكيمياء

① الـذرة :

الذرة : هي **أصغر وحدة بنائية للمادة يمكن أن تشترك فى التفاعلات الكيميائية.**

وهي نوعان :

Ⓐ تتكون من حرف واحد ويكتب (Capital) ..

مثال : الهيدروچين (H) ، والأكسچين (O) ، والنيتروچين (N) ، والفوسفور (P) ، والكبريت (S)

Ⓑ تتكون من حرفين ويكتب الأول (Capital) ، والثاني (Small) ..

مثال : الهيليوم (He) ، والنيون (Ne) ، والأرجون (Ar) ، والصوديوم (Na) ، والماغنسيوم (Mg)

أهم العناصر التي سيتم دراستها :

العنصر	الرمز	العنصر	الرمز	العنصر	الرمز	العنصر	الرمز	العنصر	الرمز
هيدروچين	H	ماغنسيوم	Mg	فاناديوم	V	باريوم	Ba	قصدير	Sn
هيليوم	He	ألومنيوم	Al	كروم	Cr	بلاتين	Pt	لانثنيوم	La
ليثيوم	Li	سيلكون	Si	منجنيز	Mn	زينون	Xe	أكتنيوم	Ac
بيريليوم	Be	فوسفور	P	حديد	Fe	سيزيوم	Cs	موليبدنيوم	Mo
بورون	B	كبريت	S	كوبلت	Co	كريبتون	Kr	بروم	Br
كربون	C	كلور	Cl	نيكل	Ni	أنتيمون	Sb	كادميوم	Cd
نيتروچين	N	أرجون	Ar	نحاس	Cu	بزموت	Bi	يوتريوم	Y
أكسچين	O	بوتاسيوم	K	خارصين	Zn	روبيديوم	Rb	يورانيوم	U
فلور	F	كالسيوم	Ca	يود	I	فرانسيوم	Fr	بلوتونيوم	Pu
نيون	Ne	سكانديوم	Sc	ذهب	Au	زئبق	Hg	ثوريوم	Th
صوديوم	Na	تيتانيوم	Ti	فضة	Ag	رصاص	Pb	راديوم	Ra

مكونات الذرة :

(١) نواة موجبة (+) : تحتوي على بروتونات موجبة (+) ونيترونات متعادلة (±) وكتلتها كبيرة تتركز فيها معظم كتلة الذرة.

(٢)إلكترونات سالبة (–) : كتلتها صغيرة جداً بالنسبة للنواة يمن إهمالها وسريعة جداً لا تسقط داخل النواة.

✪ الذرة متعادلة كهربياً لأن عدد البروتونات الموجبة الموجودة داخل النواة تساوي عدد الإلكترونات السالبة التي تدور حول النواة.

عدد الكتلة والعدد الذري :

اصطلح العلماء على وصف نواة ذرة أي عنصر باستخدام ثلاث كميات نووية هي:

✪ عدد الكتلة (A) ✪ العدد الذري (Z) ✪ عدد النيترونات (N)

المصطلح	الرمز	التعريف
العدد الكتلي (النيوكلونات)	A	عدد البروتونات + عدد النيترونات في النواة
العدد الذري	Z	عدد البروتونات في النواة
عدد النيترونات	N	N = A – Z

رمز النواة Nucleus Symbol :

إذا فرضنا عنصراً رمزه الكيميائي هو X فإن نواة هذا العنصر يمكن وصفها **بالطريقة الآتية :**

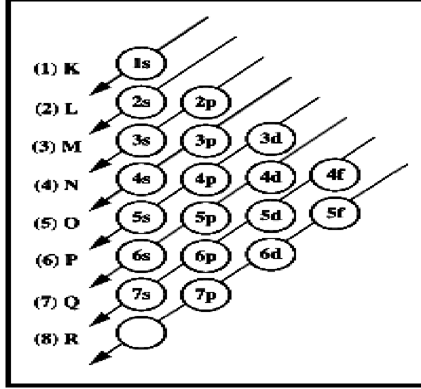
$^{A}_{Z}X$

A (عدد الكتلة = عدد البروتونات + عدد النيوترونات)

Z (العدد الذرى = عدد البروتونات)

وفي بعض الأحيان يكتب الرمز كالآتي : $^{A}_{Z}X_{N}$

قواعد توزيع الإلكترونات



(١) مبدأ البناء التصاعدي :

لا بد للإلكترونات أن تملأ المستويات الفرعية ذات الطاقة المنخفضة أولاً ثم المستويات الفرعية ذات الطاقة الأعلى

وتترتب المستويات الفرعية تصاعدياً كما يلي :

1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p

س : بين التوزيع الإلكتروني للذرات التالية طبقاً لمبدأ البناء التصاعدي : [$_{9}F$, $_{11}Na$, $_{19}K$, $_{30}Zn$]

جـ :

① $_{9}F : 1s^2 , 2s^2 , 2p^5$

② $_{11}Na : 1s^2 , 2s^2 , 2p^6 , 3s^1$

③ $_{19}K : 1s^2 , 2s^2 , 2p^6 , 3s^2 , 3p^6 , 4s^1$

④ $_{30}Zn : 1s^2 , 2s^2 , 2p^6 , 3s^2 , 3p^6 , 4s^2 , 3d^{10}$

* يمكن توزيع الإلكترونات لأقرب غاز خامل كالتالي :

① [$_{2}$He] 2s	②[$_{10}$Ne] 3s	③[$_{18}$Ar] 4s	④[$_{36}$Kr] 5s	⑤[$_{54}$Xe] 6s	⑥[$_{86}$Rn] 7s

* تصبح الذرة مستقرة عندما تكون أوربيتالاتها الخارجية في إحدى الحالات التالية :

(١) فارغة تماماً. **(٢)** نصف ممتلئة. **(٣)** تامة الامتلاء.

(٢) قاعدة هوند :

لا يحدث ازدواج بين إلكترونين في مستوى فرعي معين إلا بعد أن تشغل أوربيتالاته فرادى أولاً

① ذرة النيتروجين :	② ذرة الأكسجين :	③ ذرة الفلور :
$_{7}N : 1s^2 , 2s^2 , 2p^3$	$_{8}O : 1s^2 , 2s^2 , 2p^4$	$_{9}F : 1s^2 , 2s^2 , 2p^5$
$_{7}N : 1s^2,2s^2,2p_x^1,2p_y^1,2p_z^1$	$_{8}O : 1s^2,2s^2,2p_x^2, 2p_y^1,2p_z^1$	$_{9}F : 1s^2,2s^2,2p_x^2,2p_y^2,2p_z^1$
$2p_x\ 2p_y\ 2p_z$	$2p_x\ 2p_y\ 2p_z$	$2p_x\ 2p_y\ 2p_z$
2p [↑][↑][↑]	2p [⇅][↑][↑]	2p [⇅][⇅][↑]
2s [⇅]	2s [⇅]	2s [⇅]
1s [⇅]	1s [⇅]	1s [⇅]

② الجـزئ :

الجزئ : هو أصغر جزء من المادة يمكن أن يوجد على حالة إنفراد وتتضح فيه خواص المادة.

وهو نوعان :

(أ) **جزئ عنصر :** يتكون من ذرتين أو أكثر متشابهة ..

مثال : الأكسجين (O_2) ، والهيدروجين (H_2) ، والكلور (Cl_2) والأوزون (O_3) ، والفوسفور (P_4)

(ب) **جزئ مركب :** يتكون من ذرتين أو أكثر مختلفة ..

مثال : حمض الكبريتيك (H_2SO_4) ، الماء (H_2O) ، كلوريد الصوديوم ($NaCl$)

لكتابة الصيغة الجزيئية للمركبات الكيميائية لابد لنا من معرفة عدة خطوات :

أولاً : التعرف على التكافؤات والمجموعات الذرية حتى نستطيع كتابة الصيغة الكيميائية الصحيحة :

التكافؤ : الشحنة الكهربية التي تبدو على الأيون والتي تعبر عن عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة أو المشارك بها في الروابط الكيميائية.

(١) عناصر أحادية التكافؤ :

[صوديوم Na^+] ، [ليثيوم Li^+] ، [بوتاسيوم K^+] ، [فضة Ag^+] ، [هيدروچين H^+] ، [فلوريد F^-] ، [كلوريد Cl^-] ، [بروميد Br^-] ، [يوديد I^-]

(٢) عناصرثنائية التكافؤ :

[ماغنسيوم Mg^{2+}] ، [كالسيوم Ca^{2+}] ، [باريوم Ba^{2+}] ، [نحاس Cu^{2+}] ، [خارصين Zn^{2+}] ، [حديد II Fe^{2+}] ، [أكسيد O^{2-}] ، [كبريتيد S^{2-}]

(٣) عناصر ثلاثية التكافؤ :

[حديد III Fe^{3+}] ، [ألومنيوم Al^{3+}] ، [ذهب Au^{3+}] ، [نيتريد N^{3-}] ، [فوسفيد P^{3-}]

المجموعات الذرية : هي مجموعة من الذرات تسلك مسلك الذرة الواحدة في التفاعلات الكيميائية ، ولها تكافؤ خاص بها.

(١) مجموعات ذرية أحادية التكافؤ :

[هيدروكسيد OH^-] ، [نيترات NO_3^-] ، [نيتريت NO_2^-] ، [أسيتات (خلات) CH_3COO^-] ، [برمنجنات MnO_4^-] ، [بيكربونات HCO_3^-] ، [بيكبريتات HSO_4^-] ، [ميتا ألومينات AlO_2^-] ، [سيانيد CN^-] ، [سيانات CNO^-] ، [ثيوسيانات SCN^-] ، [كلورات ClO_3^-] ، [أمونيوم NH_4^+]

(٢) مجموعات ذرية ثنائية التكافؤ :

[كبريتات SO_4^{2-}] ، [كبريتيت SO_3^{2-}] ، [ثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}$] ، [رباعي ثيونات $S_4O_6^{2-}$] ، [كربونات CO_3^{2-}] ، [ثاني كرومات $Cr_2O_7^{2-}$] ، [كرومات CrO_4^{2-}] ، [أكسالات $C_2O_4^{2-}$] ، [سليكات SiO_3^{2-}] ، [زنكات (خارصينات) ZnO_2^{2-}]

(٣) مجموعات ذرية ثلاثية التكافؤ :

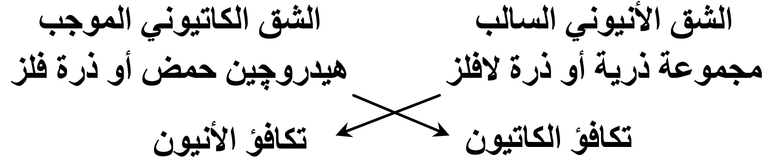
[فوسفات PO_4^{3-}] ، [بورات BO_3^{3-}]

ثانياً : أي مركب كيميائي يتكون من شقين ، الشق الأول (حمضي) [الشق الأنيوني السالب] وهو عبارة عن ذرة لافلز أو مجموعة ذرية سالبة ويكتب غالباً جهة اليمين ، والشق الثاني (قاعدي) [الشق الكاتيوني الموجب] وهو

عبارة عن ذرة فلز أو هيدروچين حمض ويكتب جهة اليسار غالباً ، ويتم تبادل الأرقام الدالة على التكافؤات عند كتابة الصيغة الكيميائية.

ملاحظات :

(١) عند وجود المقطع (يك) في نهاية المركب معنى ذلك وجود هيدروچين الحمض في المركب.
(٢) عند وجود كلمة أكسيد تدل على وجود أكسچين.
(٣) عند كتابة المجموعات الذرية الموجود معها تكافؤات أكبر من (1) توضع في قوس.
(٤) العناصر متعددة التكافؤات يكتب أمامها الرموز I أو II أو III حسب تكافؤها ولا يكتب أي رموز في العناصر ذات التكافؤ الثابت.



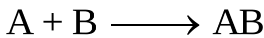
تدريب محلول : أكتب الصيغة الكيميائية للمركبات التالية [هيدروكسيد الصوديوم، حمض الكبريتيك، فوسفات الماغنسيوم ، أكسيد الليثيوم، كبريتات الباريوم، برمنجنات البوتاسيوم، كبريتات الأمونيوم]

هيدروكسيد الصوديوم	حمض الكبريتيك	فوسفات الماغنسيوم	كربونات الكالسيوم
Na^{+} OH^{-} 1 1 $NaOH$	H^{+} SO_4^{2-} 2 1 H_2SO_4	Mg^{2+} PO_4^{3-} 3 2 $Mg_3(PO_4)_2$	Ca^{2+} CO_3^{2-} $^{1}2$ 2^{1} $CaCO_3$
أكسيد الليثيوم	**كبريتات الباريوم**	**برمنجنات البوتاسيوم**	**كبريتات الأمونيوم**
Li^{+} O^{2-} 2 1 Li_2O	Ba^{2+} SO_4^{2-} $^{1}2$ 2^{1} $BaSO_4$	K^{+} MnO_4^{-} 1 1 $KMnO_4$	NH_4^{+} SO_4^{2-} 2 1 $(NH_4)_2SO_4$

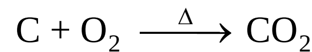
③ المعادلة الكيميائية

أولاً : أنواع المعادلات الكيميائية الأساسية :

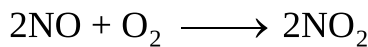
(١) تفاعلات الاتحاد المباشر :


$A + B \longrightarrow AB$

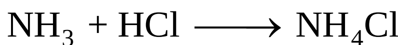
(أ) اتحاد عنصر مع عنصر


$C + O_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2$

(ب) اتحاد عنصر مع مركب


$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$

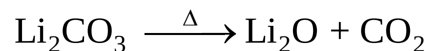
(جـ) اتحاد مركب مع مركب


$NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$

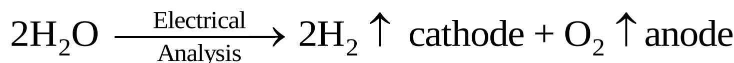
(٢) تفاعلات الانحلال :


$AB \longrightarrow A + B$

(أ) الانحلال بالحرارة


$Li_2CO_3 \xrightarrow{\Delta} Li_2O + CO_2$

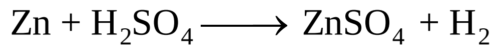
(ب) الانحلال بالكهرباء


$2H_2O \xrightarrow[\text{Analysis}]{\text{Electrical}} 2H_2\uparrow \text{cathode} + O_2\uparrow \text{anode}$

(٣) تفاعلات الاحلال البسيط :

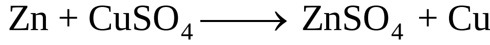

$A + BC \longrightarrow AC + B$

(أ) إحلال عنصر محل هيدروچين الحمض



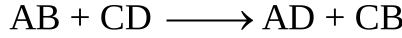
$$Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2$$

(ب) إحلال عنصر محل عنصر



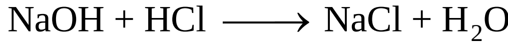
$$Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$$

(٤) تفاعلات الإحلال المزدوج :



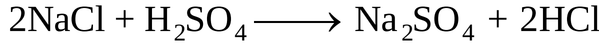
$$AB + CD \longrightarrow AD + CB$$

(أ) تفاعل حمض مع قلوي (تعادل)



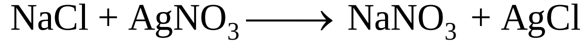
$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$$

(ب) تفاعل حمض مع ملح



$$2NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$$

(جـ) تفاعل ملح مع ملح

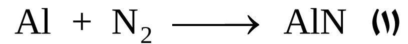


$$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + AgCl$$

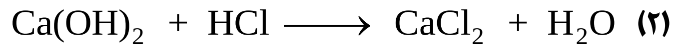
ثانياً : وزن المعادلة الكيميائية :

ويتبع فيها قوانين بقاء الكتلة (المادة) حيث لابد أن تكون مجموع كتل المتفاعلات والنواتج متساوية

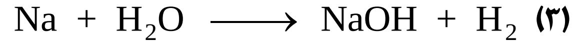
تدريب : زن المعادلات الكيميائية التالية :



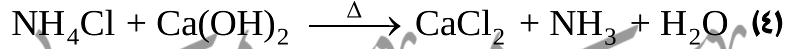
(١) $Al + N_2 \longrightarrow AlN$



(٢) $Ca(OH)_2 + HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O$



(٣) $Na + H_2O \longrightarrow NaOH + H_2$



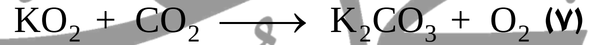
(٤) $NH_4Cl + Ca(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} CaCl_2 + NH_3 + H_2O$



(٥) $C_2H_5OH + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$



(٦) $NaOH + Fe_2(SO_4)_3 \longrightarrow Fe(OH)_3 + Na_2SO_4$



(٧) $KO_2 + CO_2 \longrightarrow K_2CO_3 + O_2$

ثالثاً : المعادلة الكيميائية الأيونية :

المعادلة الأيونية : هي المعادلة التي تعبر عن بعض التفاعلات الكيميائية التي تتم بين الأيونات

أو هي بعض العمليات الفيزيائية مثل تفكك بعض المركبات الأيونية عند ذوبانها في الماء أو انصهارها

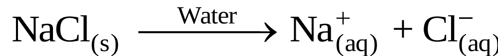
شروط المعادلة الأيونية :

(١) مجموع الشحنات الموجبة مساوياً لمجموع الشحنات السالبة في كل من طرفي المعادلة.

(٢) تساوي عدد الذرات الداخلة والناتجة من التفاعل.

أمثلة للمعادلات الأيونية :

(١) تفكك بعض المركبات الأيونية عند ذوبانها في الماء مثل ذوبان ملح كلوريد الصوديوم في الماء



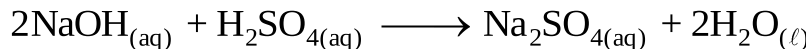
$$NaCl_{(s)} \xrightarrow{Water} Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$$

(٢) تفكك بعض المركبات الأيونية عند انصهارها

(٣) تفاعل التعادل بين الحمض والقاعدة

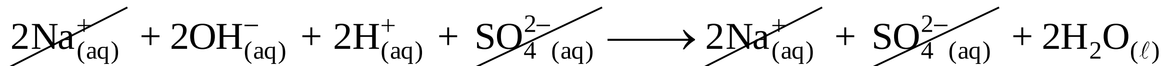
عند تعادل حمض الكبريتيك مع هيدروكسيد الصوديوم لتكوين ملح كبريتات صوديوم وماء

فإننا نعبر عن هذا التفاعل بالمعادلة الرمزية التالية :

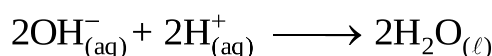


$$2NaOH_{(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(\ell)}$$

يمكن التعبير عن هذا التفاعل في صورة معادلة أيونية كما يلي:

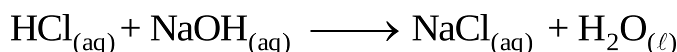


$$\cancel{2Na^{+}_{(aq)}} + 2OH^{-}_{(aq)} + 2H^{+}_{(aq)} + \cancel{SO^{2-}_{4\,(aq)}} \longrightarrow \cancel{2Na^{+}_{(aq)}} + \cancel{SO^{2-}_{4\,(aq)}} + 2H_2O_{(\ell)}$$



$$2OH^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(\ell)}$$

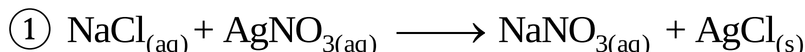
عبر عن التفاعل التالي بمعادلة أيونية موزونة.



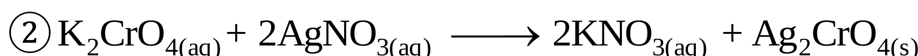
$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

(٤) تفاعلات الترسيب :

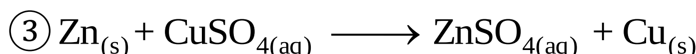
عبر عن التفاعلات التالية بمعادلة أيونية موزونة



① $NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$



② $K_2CrO_{4(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \longrightarrow 2KNO_{3(aq)} + Ag_2CrO_{4(s)}$



③ $Zn_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \longrightarrow ZnSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$

الأكسدة والاختزال

أولاً : عدد التأكسد :

عدد يمثل الشحنة الكهربية (الموجبة أو السالبة) التي تبدو على الأيون أو الذرة في المركب سواء كان مركباً أيونياً أو تساهمياً

شروط حساب عدد التأكسد :

(١) حفظ تكافؤات وهي نفسها عدد التأكسد – غالباً – للعناصر والمجموعات الذرية المشهورة كما سبق التعرف عليها من قبل.

(٢) يشذ عن قاعدة أعداد التأكسد حالات بسيطة **ومنها :**

✪ عدد تأكسد الأكسچين (O) في معظم مركباته = $\boxed{-2}$ ... عدا

(أ) الأكاسيد الفوقية $[\ H_2O_2\ ,\ Na_2O_2\ ,\ K_2O_2\ ] = \boxed{-1}$

(ب) سوبر أكسيد البوتاسيوم $(KO_2) = \boxed{-\frac{1}{2}}$ **(جـ)** فلوريد الأكسچين $(OF_2) = \boxed{+2}$

✪ عدد تأكسد الهيدروچين (H) في معظم مركباته = $\boxed{+1}$ ... عدا

هيدريدات الفلزات النشيطة $[\ LiH\ ,\ NaH\ ,\ CaH_2\ ,\ \dots\ ] = \boxed{-1}$

(٣) عدد تأكسد جميع العناصر = $\boxed{Zero}$

(٤)مجموع أعداد التأكسد للعناصر المختلفة في الجزيء المتعادل = $\boxed{Zero}$

(٥)عدد التأكسد للمجموعات الذرية = الشحنة التي تحملها المجموعة

أمثلـــة محلولـــة :

مثال ① : احسب عدد تأكسد الفوسفور في جزيء حمض الأرثوفوسفوريك (H_3PO_4)

الحــل : $H_3PO_4 = (3\times1) + \chi + (4\times-2) = Zero \quad \Rightarrow \quad \chi = 8 - 3 = \boxed{+5}$

مثال ② : احسب عدد تأكسد الكبريت في ثيوكبريتات الصوديوم $(Na_2S_2O_3)$

الحــل : $Na_2S_2O_3 = (2\times1) + 2\chi + (3\times-2) = Zero$

$2\chi = 6 - 2 = 4 \quad \Rightarrow \quad \chi = \boxed{+2}$

مثال ③ : احسب عدد تأكسد الكروم في جزيء ثاني كرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$)
الحـــل : $K_2Cr_2O_7 = (2\times1) + 2\chi + (7\times-2) = Zero$
$2\chi = 14 - 2 = 12 \quad \Rightarrow \quad \chi = \boxed{+6}$
مثال ④ : احسب عدد تأكسد الفوسفور في أيون الفوسفات (PO_4^{3-})
الحـــل : $(PO_4^{3-}) = \chi + (4\times-2) = -3 \quad \Rightarrow \quad \chi = 8 - 3 = \boxed{+5}$

ثانياً : الأكسدة والاختزال

الأكسدة	الاختزال
عملية فقد الذرة أو الأيون لإلكترون أو أكثر	عملية اكتساب الذرة أو الأيون لإلكترون أو أكثر
ينتج عنها زيادة في الشحنة الموجبة أو نقص في الشحنة السالبة	ينتج عنها زيادة في الشحنة السالبة أو نقص في الشحنة الموجبة

قاعدة حل التغير الحادث من أكسدة واختزال لعنصر معين

*** يتم حساب عدد التأكسد للعنصر المطلوب في الجزيء قبل وبعد التفاعل فلو حدث للعنصر**

(١) زيادة في الشحنة الموجبة أو نقص في الشحنة السالبة دل على حدوث (**أكسدة**)

(٢) زيادة في الشحنة السالبة أو نقص في الشحنة الموجبة دل على حدوث (**اختزال**)

ملحوظـــة هامـــة جـــداً :	تفاعلات الإحلال المزدوج بجميع أنواعها لا يحدث بها أكسدة أو اختزال

مثال ① : بين ما حدث من أكسدة واختزال لكل من الفوسفور والكلور في التفاعل التالي :



$$2P + 5HClO + 3H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4 + 5HCl$$

الحـــل :

أولاً : الفوسفور

$$P \longrightarrow H_3PO_4$$



$$\boxed{0} \longrightarrow (3) + \chi + (-8) = 0$$



$$\boxed{0} \xrightarrow{\text{Oxidation}} \boxed{+5}$$

حدث زيادة في الشحنة الموجبة (أكسدة للفوسفور)

ثانياً : الكلور

$$HClO \longrightarrow HCl$$



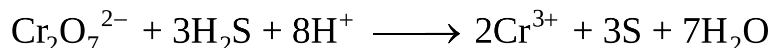
$$1 + \chi - 2 = 0 \qquad 1 + \chi = 0$$



$$\boxed{+1} \xrightarrow{\text{Reduction}} \boxed{-1}$$

حدث زيادة في الشحنة السالبة (اختزال للكلور)

مثال ② : بين ما حدث من أكسدة واختزال لكل من الكروم والكبريت في التفاعل التالي :

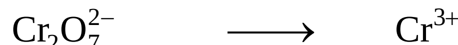


$$Cr_2O_7^{2-} + 3H_2S + 8H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3S + 7H_2O$$

الحـــل :

أولاً : الكروم :

$$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow Cr^{3+}$$



$$2\chi + (-14) = -2 \longrightarrow \boxed{+3}$$



$$\boxed{+6} \xrightarrow{\text{Reduction}} \boxed{+3}$$

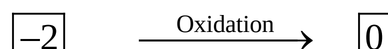
حدث نقص في الشحنة الموجبة (اختزال للكروم)

ثانياً : الكبريت :

$$H_2S \longrightarrow S$$



$$2 + \chi = 0 \longrightarrow 0$$



$$\boxed{-2} \xrightarrow{\text{Oxidation}} \boxed{0}$$

حدث زيادة في الشحنة الموجبة (أكسدة للكبريت)

الباب الأول العناصر الإنتقالية

العناصر الإنتقالية Transition Elements

درسنا في الصف الثاني عناصر الفئة (s) وعناصر الفئة (p) اللتين تقعا على جانبي الجدول الدوري الطويل – وسنتناول في هذا المجال دراسة العناصر الانتقالية التي تحتل المنطقة الوسطى في هذا الجدول بين هاتين الفئتين، وتشتمل هذه المنطقة على أكثر من 60 عنصراً أي أكثر من نصف عدد العناصر المعروفة.

تنقسم العناصر الانتقالية إلى قسمين رئيسيين هما :

(١) العناصر الإنتقالية الرئيسية Main transition elements

(٢) العناصر الإنتقالية الداخلية Inner transition elements

وسوف يكتفي بدراسة العناصر الانتقالية الرئيسية.

العناصر الإنتقالية الرئيسية « عناصر الفئة (d) »

التعريف : هي عناصر يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي (d)

المكونات :

* **تتكون من عشرة مجموعات رئيسية** ... **علل** ؟ لأن المستوى الفرعي (d) يتسع لعشرة إلكترونات
* يبدأ العمود الأول منها بعناصر يكون تركيبها الإلكتروني $ns^2 , (n-1)d^1$ ثم يتتابع امتلاء المستوى الفرعي (d) حتى نصل إلى العمود الأخير ويكون لعناصره التركيب الإلكتروني $ns^2 , (n-1)d^{10}$
* هذه الأعمدة من يسار إلى يمين الجدول الدوري هي عبارة عن المجموعات الآتية :

IIIB (3) , IVB (4) , VB (5) , VIB (6) , VIIB (7) , VIII (8) - (9) - (10) , IB (11) , IIB (12)

* تختلف عناصر المجموعة الثامنة VIII التي تشتمل على ثلاث أعمدة رأسية وهي المجموعات (8) , (9) , (10) عن بقية المجموعات (B) ... **علل** ؟ لوجود تشابه بين عناصرها الأفقية أكثر من التشابه بين العناصر الرأسية.

الجدول الدورى الحديث

(مفتاح: 6 = العدد الذرى ، C = الرمـز ، كربـون = الاسـم)

الدورة	عناصر الفئة s: 1 IA	2 IIA	عناصر الفئة d: 3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 IB	12 IIB	عناصر الفئة p: 13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 0
الدورة الأولى	1 H هيدروجين																	2 He هيليوم
الدورة الثانية	3 Li ليثيوم	4 Be بريليوم											5 B بورون	6 C كربون	7 N نيتروجين	8 O أكسجين	9 F فلور	10 Ne نيون
الدورة الثالثة	11 Na صوديوم	12 Mg ماغنسيوم											13 Al ألومنيوم	14 Si سيليكون	15 P فوسفور	16 S كبريت	17 Cl كلور	18 Ar أرجون
الدورة الرابعة	19 K بوتاسيوم	20 Ca كالسيوم	21 Sc سكانديوم	22 Ti تيتانيوم	23 V فاناديوم	24 Cr كروم	25 Mn منجنيز	26 Fe حديد	27 Co كوبلت	28 Ni نيكل	29 Cu نحاس	30 Zn خارصين	31 Ga جاليوم	32 Ge جرمانيوم	33 As زرنيخ	34 Se سيلينيوم	35 Br بروم	36 Kr كربتون
الدورة الخامسة	37 Rb روبيديوم	38 Sr سترانشيوم	39 Y يتريوم	40 Zr زركونيوم	41 Nb نيوبيوم	42 Mo موليبدنيوم	43 Tc تكنتيوم	44 Ru روثينيوم	45 Rh روديوم	46 Pd بلاديوم	47 Ag فضة	48 Cd كادميوم	49 In إنديوم	50 Sn قصدير	51 Sb أنتيمون	52 Te تيلوريوم	53 I يود	54 Xe زينون
الدورة السادسة	55 Cs سيزيوم	56 Ba باريوم	57 La لانثانيوم	72 Hf هافنيوم	73 Ta تنتاليوم	74 W تنجستين	75 Re رينيوم	76 Os أوزميوم	77 Ir إيريديوم	78 Pt بلاتين	79 Au ذهب	80 Hg زئبق	81 Tl ثاليوم	82 Pb رصاص	83 Bi بزموت	84 Po بولونيوم	85 At إستاتين	86 Rn رادون
الدورة السابعة	87 Fr فرانسيوم	88 Ra راديوم	89 Ac أكتينيوم	104 Rf رذرفورديوم	105 Db ديوبنيوم	106 Sg سيبرجيوم	107 Bh بوهريوم	108 Hs هاسيوم	109 Mt ميتانديوم	110 Ds دارمستدتيوم	111 Rg رونتجنيوم	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo

عناصر الفئة f

اللانثانيدات	58 Ce سيريوم	59 Pr براسيوديميوم	60 Nd نيوديميوم	61 Pm بروميثيوم	62 Sm ساماريوم	63 Eu أوروبيوم	64 Gd جادولينيوم	65 Tb تيربيوم	66 Dy ديسبروزيوم	67 Ho هولميوم	68 Er أربيوم	69 Tm ثوليوم	70 Yb يتربيوم	71 Lu لوتيتيوم
الأكتينيدات	90 Th ثوريوم	91 Pa بروتكتينيوم	92 U يورانيوم	93 Np نبتونيوم	94 Pu بلوتونيوم	95 Am أمريكيوم	96 Cm كوريوم	97 Bk بركيليوم	98 Cf كاليفورنيوم	99 Es أينشتينيوم	100 Fm فيرميوم	101 Md مندليفيوم	102 No نوبيليوم	103 Lr لورانسيوم

يمكن تقسيم العناصر الانتقالية الرئيسية إلى أربع سلاسل أفقية، هي :

السلسلة الانتقالية الأولى First transition series	السلسلة الانتقالية الثانية Second transition series	السلسلة الانتقالية الثالثة Third transition series	السلسلة الانتقالية الرابعة Fourth transition series
بزيادة العدد الذري يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي (3d)	بزيادة العدد الذري يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي (4d)	بزيادة العدد الذري يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي (5d)	بزيادة العدد الذري يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي (6d)
تقع في الدورة **الرابعة**	تقع في الدورة **الخامسة**	تقع في الدورة **السادسة**	تقع في الدورة **السابعة**
تشمل عشرة عناصر تبدأ بعنصر السكانديوم $_{21}Sc(4s^2,3d^1)$ وتنتهي بعنصر الخارصين $_{30}Zn(4s^2,3d^{10})$	تشمل عشرة عناصر تبدأ بعنصر اليتريوم $_{39}Y(5s^2,4d^1)$ وتنتهي بعنصر الكادميوم $_{48}Cd(5s^2,4d^{10})$	تشمل عشرة عناصر تبدأ بعنصر اللانثانيوم $_{57}La(6s^2,5d^1)$ وتنتهي بعنصر الزئبق $_{80}Hg(6s^2,5d^{10})$	لم تكتمل حتى الآن

السلسلة الانتقالية الأولى First transition series

تقع عناصر السلسلة الانتقالية الأولى في الدورة **الرابعة**، بعد عنصر **الكالسيوم $_{20}Ca$** وتشتمل هذه السلسلة على **١٠ عناصر**، هي :

المجموعة	3B	4B	5B	6B	7B	8			1B	2B
العنصر	سكانديوم	تيتانيوم	ڤاناديوم	كروم	منجنيز	حديد	كوبلت	نيكل	نحاس	خارصين
الرمز	$_{21}Sc$	$_{22}Ti$	$_{23}V$	$_{24}Cr$	$_{25}Mn$	$_{26}Fe$	$_{27}Co$	$_{28}Ni$	$_{29}Cu$	$_{30}Zn$
الوزن ٪	0.0026	0.66	0.02	0.014	0.11	6.3	0.003	0.0089	0.0068	0.0078

ويبين الجدول السابق النسبة المئوية بالوزن لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى في القشرة الأرضية ورغم أن عناصر السلسلة الانتقالية الأولى مجتمعة يكون حوالي 7% من وزن القشرة الأرضية إلا أن أهميتها الاقتصادية كبيرة والتي نعرضها فيما يلي :

الأهميـة الاقتصاديـة لعناصـر السلسلـة الانتقاليـة الأولـى :

(١) السكانديوم ($_{21}Sc$)

الوصـــف :

يوجد بكميات صغيرة جداً موزعة على نطاق واسع من القشرة الأرضية.

الاستخـدام :

① **يستخدم في صناعة طائرات الميج المقاتلة** ... **علل ؟**

لأن عند إضافة نسبة ضئيلة منه إلى الألومنيوم تتكون سبيكة تمتاز بخفتها وشدة صلابتها.

② **يستخدم في صناعة مصابيح تستخدم في التصوير التلفزيوني أثناء الليل** ... **علل ؟**

لأن عند إضافته إلى مصابيح أبخرة الزئبق ينتج ضوء عالي الكفاءة يشبه ضوء الشمس.

(٢) التيتانيوم ($_{22}Ti$)

الوصـــف :

① عنصر شديد الصلابة كالصلب Steel ② أقل كثافة من الصلب.

الاستخـدام :



① **تستخدم سبائك التيتانيوم والألومنيوم بدلاً من الألومنيوم في صناعة الطائرات والمركبات الفضائية... علل ؟**

لأنه يحافظ على متانته في درجات الحرارة المرتفعة في الوقت الذي تنخفض فيه متانة الألومنيوم.

② **يستخدم في عمليات زراعة الأسنان والمفاصل الصناعية ... علل ؟**

لأن الجسم لا يلفظه ولا يسبب أي نوع من التسمم

أشهر مركباته :

ثاني أكسيد التيتانيوم (TiO_2) : يدخل في تركيب مستحضرات الحماية من أشعة الشمس ... علل ؟

حيث تعمل دقائقه النانوية على منع وصول الأشعة فوق البنفسجية للجلد.

(٣) الفانديوم ($_{23}V$)

الاستخدام :

يستخدم في صناعة زنبركات السيارات ... علل ؟

لأن عند إضافة نسبة ضئيلة منه إلى الصلب تتكون سبيكة تتميز بقساوة عالية وقدرة كبيرة على مقاومة التأكل

أشهر مركباته :

خامس أكسيد الفانديوم (V_2O_5) : ويستخدم ..

① كصبغ في صناعة السيراميك والزجاج. ② كعامل حفاز في صناعة المغناطيسات فائقة التوصيل.

(٤) الكروم ($_{24}Cr$)

الوصـــف :

عنصر على درجة عالية من النشاط الكيميائي لكنه يقاوم فعل العوامل الجوية ... علل ؟

بسبب تكون طبقة من الأكسيد على سطحه ويكون حجم جزيئات الأكسيد المتكون أكبر من حجم ذرات العنصر نفسه مما يعطي سطحاً غير مسامياً من طبقة الأكسيد تمنع استمرار تفاعل الكروم مع أكسچين الجو.

الاستخدام :

① طلاء المعادن. ② دباغة الجلود.

أشهر مركباته :

① **أكسيد الكروم III (Cr_2O_3) :** يستخدم في عمل الأصباغ.

② **ثاني كرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$) :** يستخدم كمادة مؤكسدة.

(٥) المنجنيز ($_{25}Mn$)

الاستخدام :

① **يستخدم المنجنيز دائماً في صورة سبائك أو مركبات ولا يستخدم وهو في حالته النقية ... علل ؟**

لهشاشته الشديدة وهو في حالته النقية.

② **تستخدم سبائك الحديد مع المنجنيز في صناعة خطوط السكك الحديدية ... علل** لأنها أصلب من الصلب.

③ **تستخدم سبائك الألومنيوم مع المنجنيز في صناعة عبوات المشروبات الغازية Drinks Cans ... علل ؟**

لمقاومتها للتآكل.

أشهر مركباته :

① **ثاني أكسيد المنجنيز (MnO_2) :** يستخدم كعامل مؤكسد قوي ، وفي صناعة العمود الجاف.

② **برمنجنات البوتاسيوم ($KMnO_4$) :** يستخدم كمادة مؤكسدة ومطهرة.

③ **كبريتات المنجنيز II ($MnSO_4$) :** يستخدم كمبيد للفطريات.

(٦) الحديد ($_{26}Fe$)

الاستخدام :

① صناعة الخرسانات المُسلحة. ② صناعة أبراج الكهرباء.

③ صناعة السكاكين. ④ صناعة مواسير البنادق والمدافع.

⑤ صناعة الأدوات الجراحية. ⑥ كعامل حفاز في صناعة النشادر بطريقة (هابر – بوش)

⑦ في تحويل الغاز المائي(خليط من الهيدروچين وأول أكسيد الكربون) إلى وقود سائل بطريقة(فيشر–تروبش)

(٧) الكوبلت ($_{27}Co$)

الوصـــــف :

① **الكوبلت يشبه الحديد** ... **علل ؟**

أن كلاهما قابل للتمغنط ويستخدما في صناعة المغناطيسات وكذلك البطاريات الجافة في السيارات الحديثة.

② للكوبلت أثنا عشر نظيراً مُشعاً أهمها الكوبلت 60

الاستخـدام :

يُستخدم نظير الكوبلت 60 في :

① **عمليات حفظ المواد الغذائية.** ② **في التأكد من جودة المنتجات.** ③ **في الطب** ... **علل ؟**

لأن الكوبلت 60 المُشع تمتاز أشعة جاما الصادرة منه بقدرة عالية على النفاذ وبالتالي :

① يحفظ المواد الغذائية.

② يمكنه التأكد من جودة المنتجات حيث يكشف عن مواقع الشقوق ولحام الوصلات.

③ لقدرته في الكشف عن الأورام الخبيثة وعلاجها.

(٨) النيكل ($_{28}Ni$)

الاستخـدام :

① صناعة بطاريات النيكل – كادميوم القابلة لإعادة الشحن.

② صناعة سبائك النيكل مع الصلب التي تتميز بالصلابة ومقاومة الصدأ ومقاومة الأحماض.

③ **صناعة سبائك النيكل والكروم التي تستخدم في ملفات التسخين والأفران الكهربية** ... **علل ؟**

لأنها تقاوم التآكل حتى وهي مُسخنة لدرجة الاحمرار.

④ **يستخدم النيكل في طلاء معادن كثيرة** ... **علل ؟**

لأنه يحميها من الأكسدة والتآكل ويعطيها شكلاً أفضل.

⑤ **يستخدم النيكل المُجزأ في هدرجة الزيوت** ... **علل ؟**

لأنه عامل حفاز يقلل من طاقة التنشيط ويزيد من مساحة السطح المعرض للتفاعل فيزداد سرعة التفاعل.

(٩) النحاس ($_{29}Cu$)

الوصـــــف :

يعتبر النحاس – تاريخياً – أول فلز عرفه الإنسان

الاستخـدام :

① صناعة سبيكة النحاس والقصدير (البرونز).

② **صناعة الكابلات الكهربائية** ... **علل ؟** لأنه موصل جيد للكهرباء

③ صناعة سبائك العملات المعدنية.

أشهر مركباته :

① **كبريتات النحاس II ($CuSO_4$) :** يستخدم كمبيد حشري وكمبيد للفطريات في عمليات تنقية مياة الشرب.

② **محلول فهلنج :** في الكشف عن سكر الجلوكوز حيث يتحول اللون الأزرق إلى اللون البرتقالي.

(١٠) الخارصين ($_{30}Zn$)

الاستخـدام :

تتركز معظم استخدامات الخارصين في جلفنة باقي الفلزات ... **علل ؟** لحمايتها من الصدأ

أشهر مركباته :

① **أكسيـد الخارصين ZnO :** يدخـل في صناعة : (الدهانات – المطاط – مستحضرات التجميل)

② **كبريتيد الخارصين ZnS :** يستخدم في صناعة : (الطلائات المُضيئة – شاشات الأشعة السينية)

التركيب الإلكتروني وحالات التأكسد لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى :

يوضح الجدول الآتي التركيب الإلكتروني لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى وحالات التأكسد المختلفة لها وحالات تأكسدها الشائعة.

العنصر	الرمز	المجموعة	التركيب الإلكتروني	حالات التأكسد والشائعة منها	بعض المركبات
سكانديوم	$_{21}Sc$	IIIB	$[_{18}Ar],4s^2,3d^1$	③	Sc_2O_3
تيتانيوم	$_{22}Ti$	IVB	$[_{18}Ar],4s^2,3d^2$	2 , 3 , ④	TiO , Ti_2O_3 , TiO_2
فانديوم	$_{23}V$	VB	$[_{18}Ar],4s^2,3d^3$	2 , 3 , 4 , ⑤	VO , V_2O_3 , VO_2 , V_2O_5
كروم	$_{24}Cr$	VIB	$[_{18}Ar],4s^1,3d^5$	2 , ③ , 6	CrO , Cr_2O_3 , CrO_3
منجنيز	$_{25}Mn$	VIIB	$[_{18}Ar],4s^2,3d^5$	2 , 3 , ④ , 6 , 7	MnO , Mn_2O_3 , MnO_2 , K_2MnO_4 , $KMnO_4$
حديد	$_{26}Fe$	VIII	$[_{18}Ar],4s^2,3d^6$	2 , ③	FeO , Fe_2O_3
كوبلت	$_{27}Co$		$[_{18}Ar],4s^2,3d^7$	② , 3 , 4	$CoCl_2$, $CoCl_3$, $[CoF_6]^{2-}$
نيكل	$_{28}Ni$		$[_{18}Ar],4s^2,3d^8$	② , 3 , 4	NiO , Ni_2O_3 , NiO_2
نحاس	$_{29}Cu$	IB	$[_{18}Ar],4s^1,3d^{10}$	1 , ②	Cu_2O , CuO
خارصين	$_{30}Zn$	IIB	$[_{18}Ar],4s^2,3d^{10}$	②	ZnO

(الجدول للإطلاع فقط)

ويلاحظ من الجدول ما يلي :

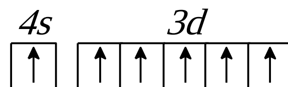
(١) تقع عناصر المجموعة الانتقالية الأولى في الدورة الرابعة بعد الكالسيوم وتركيبه الإلكتروني $_{20}Ca:[Ar],4s^2$ ويبدأ بعد ذلك امتلاء الأوربيتالات الخمسة للمستوى الفرعي ($3d$) بإلكترون مفرد وفي كل أوربيتال بالتتابع حتى نصل إلى المنجنيز ($3d^5$) ثم يتوالى بعد ذلك إزدواج إلكترونين في كل أوربيتال حتى نصل إلى الخارصين ($3d^{10}$) (قاعدة هوند).

(٢) شذوذ التركيب الإلكتروني لكل من الكروم $_{24}Cr$، والنحاس $_{29}Cu$ عن باقي السلسلة الانتقالية الأولى ... علل ؟

عنصر الكروم ($_{24}Cr$)

لأن المستويان الفرعيان ($4s^1,3d^5$) نصف ممتلئين مما يجعل الذرة أقل طاقة وبالتالي أكثر استقراراً

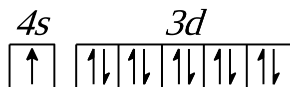
$4s$ $3d$



عنصر النحاس ($_{29}Cu$)

لأن المستوى الفرعي ($4s^1$) نصف ممتلئ والمستوى الفرعي ($3d^{10}$) تام الامتلاء مما يجعل الذرة أقل طاقة وبالتالي أكثر استقراراً

$4s$ $3d$



ملحوظة :	الامتلاء الكامل أو النصفي للمستوى الفرعي ليس هو العامل الوحيد لثبات التركيب الإلكتروني للعنصر في المركب.

يسهل أكسدة أيون الحديد (II) بينما يصعب أكسدة أيون المنجنيز (II) $[_{25}Mn , _{26}Fe]$ ... علل ؟

التركيب الإلكتروني لذرة الحديد هو :

$_{26}Fe : [_{18}Ar],4s^2,3d^6$

$Fe^{2+}:[Ar],3d^6$ ⟵ يسهل التأكسد ⟶ $Fe^{3+}:[Ar],3d^5$

أقل استقراراً — **أكثر استقراراً (نصف ممتلئ)**

تسير الأكسدة في اتجاه تكوين التركيب الأكثر استقراراً

التركيب الإلكتروني لذرة المنجنيز هو :

$_{25}Mn : [_{18}Ar],4s^2,3d^5$

$Mn^{2+}:[Ar],3d^5$ ⟵ يصعب التأكسد ⟶ $Mn^{3+}:[Ar],3d^4$

أكثر استقراراً (نصف ممتلئ) — **أقل استقراراً**

لا تسير الأكسدة في اتجاه تكوين التركيب الأقل استقراراً

(٣) تعطي جميع عناصر السلسلة الانتقالية الأولى حالة التأكسد (2+) ما عدا السكانديوم ... علل ؟

بسبب خروج إلكترونين من المستوى الفرعي ($4s$) ولكن السكانديوم عند تحوله إلى أيون في حالة تأكسد (3+) يصبح ($3d^0$) وهي أكثر ثباتاً واستقراراً.

✧ في حالات التأكسد الأعلى تفقد إلكترونات من المستوى الفرعي ($3d$)

(٤) تزداد حالات التأكسد من عنصر السكانديوم (Sc^{3+}) حتى تصل إلى أقصى قيمة لها في عنصر المنجنيز (Mn^{7+}) الذي يقع في المجموعة (7B) ثم تبدأ في التناقص بعد ذلك حتى نصل إلى حالة التأكسد (2+) في عنصر الخارصين (الزنك) الذي يقع في المجموعة (2B) ومن ذلك يتضح أن أعلى عدد تأكسد لأي عنصر لا يتعدى رقم المجموعة التي ينتمي إليها ما عدا عناصر المجموعة (1B) **[فلزات العملة]** وهي **(النحاس ، الفضة ، الذهب)**

(٥) تتميز العناصر الانتقالية بتعدد حالات تأكسدها بينما لا نلاحظ هذه الظاهرة في الفلزات الممثلة التي غالباً ما يكون لها حالة تأكسد واحدة ... علل ؟

لأن الإلكترونات المفقودة من الذرة عند تأكسد العناصر الانتقالية تخرج من المستوى الفرعي ($4s$) ثم المستوى الفرعي القريب منه في الطاقة ($3d$) بالتتابع.

✧ ونجد أن طاقات التأين المتتالية لذرة الفلز الانتقالي تزداد بتدرج واضح كما يتبين من جهود تأين الفانديوم مقدرة بالكيلو جول / مول في حالات التأكسدة المتتالية.

$$\underset{(4s^2,3d^3)}{V} \xrightarrow[\text{kJ/mol}]{648} \underset{(4s^2,3d^3)}{V^{+}} \xrightarrow[\text{kJ/mol}]{1364} \underset{(3d^3)}{V^{2+}} \xrightarrow[\text{kJ/mol}]{2858} \underset{(3d^3)}{V^{3+}} \xrightarrow[\text{kJ/mol}]{4643} \underset{(3d^3)}{V^{4+}} \xrightarrow[\text{kJ/mol}]{6523} \underset{(3d^3)}{V^{5+}}$$

✧ **أما في الفلزات الممثلة مثل الصوديوم والماغنسيوم والألومنيوم فنجد أن الزيادة في جهد التأين الثاني في حالة الصوديوم والثالث في حالة الماغنسيوم والرابع في حالة الألومنيوم كبيرة جداً ... علل ؟**

لأنه يتسبب في كسر مستوى طاقة مكتمل

✧ لذا فلا يمكن الحصول على Na^{2+} أو Mg^{3+} أو Al^{4+} بالتفاعل الكيميائي العادي.

$$\underset{2s^2,2p^6,3s^2,3p^1}{Al} \xrightarrow[\text{kJ/mol}]{578} \underset{2s^2,2p^6,3s^2}{Al^{+}} \xrightarrow[\text{kJ/mol}]{1811} \underset{2s^2,2p^6,3s^1}{Al^{2+}} \xrightarrow[\text{kJ/mol}]{2745} \underset{2s^2,2p^6}{Al^{3+}} \xrightarrow[\text{kJ/mol}]{11540} \underset{2s^2,2p^5}{Al^{4+}}$$

(٦) بعد استعراضنا لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى وتركيبها الإلكتروني وحالات تأكسدها يمكنا الآن أن نصل إلى تعريف للعناصر الانتقالية بوجه عام كما يلي :

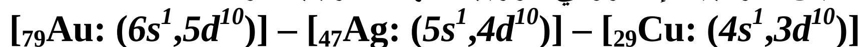
العنصر الانتقالي :

العنصر الذي تكون فيه الأوربيتالات (d) ، (f) مشغولة بالإلكترونات ولكنها غير ممتلئة الامتلاء سواء في الحالة الذرية أو في أي حالة من حالات التأكسد

تدريـــب :

(١) هل تعتبر فلزات العملة Coinage metals وهي [النحاس ($_{29}Cu$) ، الفضة ($_{47}Ag$) ، الذهب ($_{79}Au$)] عناصر انتقالية علماً بأن التركيب الإلكتروني لأوربيتالاتها الخارجية هو :

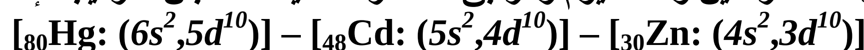
$$[_{79}Au: (6s^1,5d^{10})] - [_{47}Ag: (5s^1,4d^{10})] - [_{29}Cu: (4s^1,3d^{10})]$$



يتضح أن المستوى الفرعي (d) للفلزات الثلاثة ممتلئ بالإلكترونات (d^{10}) في الحالة الذرية لكن في حالة التأكسد (2+) أو (3+) نجد أن المستوى الفرعي (d) غير ممتلئ (d^9) أو (d^8) إذن فهي عناصر إنتقالية.

(٢) هل تعتبر فلزات الخارصين والكادميوم والزئبق عناصر انتقالية علماً بأن التركيب الإلكتروني لأوربيتالاتها الخارجية هو :

$$[_{80}Hg: (6s^2,5d^{10})] - [_{48}Cd: (5s^2,4d^{10})] - [_{30}Zn: (4s^2,3d^{10})]$$



يتضح أن المستوى الفرعي (d) للفلزات الثلاثة ممتلئ بالإلكترونات (d^{10}) سواء في الحالة الذرية أو في حالة التأكسد (2+) لذا لا تعتبر هذه الفلزات انتقالية لأنها تكون ممتلئة المستوى الفرعي (d) في الحالة الفلزية وفي الحالة المتأينة.

الخواص العامة لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى :

يوضح الجدول التالي بعض البيانات الخاصة بعناصر هذه المجموعة والتي يمكن الخروج منها بالخصائص العامة التي تتميز بها هذه العناصر فيما يلي :

العنصـر	الرمز	الكتلة الذرية	نصف قطر الذرة Å	الكثافة g/cm^3	درجة الانصهار °C	درجة الغليان °C
سكانديوم	$_{21}Sc$	45.0	1.44	3.10	1397	3900
تيتانيـوم	$_{22}Ti$	47.9	1.32	4.42	1680	3130
فانديـوم	$_{23}V$	51.0	1.22	6.07	1710	3530
كـــروم	$_{24}Cr$	52.0	1.17	7.19	1890	2480
منجنيـز	$_{25}Mn$	54.9	1.17	7.21	1247	2087
حديــــد	$_{26}Fe$	55.9	1.16	7.87	1528	2800
كوبلـــت	$_{27}Co$	58.9	1.16	8.70	1490	3520
نيكــــل	$_{28}Ni$	58.7	1.15	8.90	1492	2800
نحــــاس	$_{29}Cu$	63.5	1.17	8.92	1083	2582

(الجدول للإطلاع فقط)

(١) الكتلة الذرية :

تزداد الكتلة الذرية بالتدريج بزيادة العدد الذري ويشذ عن ذلك النيكل ... علل ؟

بسبب وجود خمسة نظائر مُستقرة للنيكل المتوسط الحسابي لها 58.7u

(٢) نصف القطر :

يلاحظ أن أنصاف الأقطار الذرية لا تتغير كثيراً عند انتقالنا عبر السلسلة الانتقالية الأولى كما يلاحظ الثبات النسبي لنصف قطر الكروم إلى النحاس .. علل ؟

يرجع ذلك إلى عاملين متعاكسين :

① **العامل الأول :** يعمل على **نقص** نصف قطر الذرة بزيادة العدد الذري حيث تزداد شحنة النواة الفعالة لهذه العناصر وكذلك يزداد عدد إلكترونات الذرة من السكانديوم إلى النحاس فيزداد جذب النواة للإلكترونات ويعمل على نقص في نصف قطر الذرة.

② **العامل الثاني :** يعمل على **زيادة** نصف قطر الذرة وهو تزايد عدد إلكترونات المستوى الفرعي 3d فتزداد قوى التنافر بينها.

استخدام هذه العناصر في انتاج السبائك ... علل ؟

نتيجة لتأثير هاذين العاملين المتعاكسين نلاحظ الثبات النسبي في أنصاف أقطار هذه العناصر.

(٣) الخاصية الفلزية :

تظهر الخاصية الفلزية بوضوح بين عناصر هذه السلسلة ويتضح ذلك فيما يلي :

① جميعها فلزات صلبة تمتاز باللمعان والبريق وجودة التوصيل للحرارة والكهرباء.

② **لها درجات انصهار وغليان مرتفعة ... علل ؟**

ويعزى ذلك إلى الترابط القوي بين الذرات والذي يتضمن اشتراك إلكترونات 4s ، 3d في هذا الترابط.

③ **معظمها فلزات ذات كثافة عالية وتزداد الكثافة عبر السلسلة بزيادة العدد الذري ... علل ؟**

لأن الحجم الذري لهذه العناصر ثابت تقريباً وعلى ذلك فالعامل الذي يؤثر في الزيادة التدريجية في الكثافة هو زيادة الكتلة الذرية.

④ هناك تباين في نشاط فلزات العناصر الإنتقالية الكيميائي

- ✧ **محدود النشـاط :** مثل : فلز النحاس.
- ✧ **متوسط النشاط :** مثل : الحديد الذي يصدأ عند تعرضه للهواء
- ✧ **شديـد النشـــاط :** مثل : السكانديوم الذي يحل محل هيدروچين الماء بنشاط شديد

(٤) الخواص المغناطيسية :

كان لدراسة الخواص المغناطيسية الفضل الكبير في فهمنا لكيمياء العناصر الانتقالية، وهناك أنواع مختلفة من الخواص المغناطيسية نستعرض منها نوعان هما البارامغناطيسية والديامغناطيسية ومعظم مركبات العناصر الانتقالية مواد بارامغناطيسية.

المقارنة	البارامغناطيسية	الدايامغناطيسية
الخاصية	خاصية تظهر في الأيونات أو الذرات أو الجزيئات التي يكون فيها أوربيتالات (d) تشغلها إلكترونات مفردة (↑)	خاصية تنشأ في المواد التي تكون الإلكترونات في جميع أوربيتالاتها (d) في حالة إزدواج (⇅) فيكون عزمها المغناطيسي يساوي صفراً
المادة	المادة التي تنجذب نحو المجال المغناطيسي نتيجة لوجود إلكترونات مفردة في أوربيتالات (3d)	المادة التي تتنافر مع المجال المغناطيسي نتيجة لوجود جميع إلكتروناتها في حالة إزدواج في أوربيتالات (3d)
العزم المغناطيسي	يتراوح بين 1 : 5 حسب عدد الإلكترونات المفردة حيث تتناسب قوة الجذب المغناطيسي لها مع عدد الإلكترونات المفردة، فينشأ عن غزل الإلكترون المفرد حول محوره مجال مغناطيسي يتجاذب مع المجال المغناطيسي الخارجي	يساوى صفر فكل إلكتروناتها في حالة إزدواج وبالتالي كل إلكترونين مزدوجين يعملان في اتجاهين متضادتين.
مثال	$_{26}Fe:[Ar]4s^2,3d^6$ $3d^6$ ⇅ ↑ ↑ ↑ ↑ **العزم = 4**	$_{30}Zn:[Ar]4s^2,3d^{10}$ $3d^{10}$ ⇅ ⇅ ⇅ ⇅ ⇅ **العزم = Zero**

العزم المغناطيسي : هي خاصية يمكن عن طريق قياسها أو تقديرها للمادة تحديد عدد الإلكترونات المفردة ومن ثم تحديد التركيب الإلكتروني لأيون الفلز.

س : ما هي أهمية قياس وتقدير العزم المغناطيسي ؟

تدريب محلول:

أي المواد التالية ديامغناطيسية وأيها بارامغناطيسية ؟

ذرة الخارصين ($Zn\ (3d^{10})$) ، أيون النحاس ($Cu\ (3d^9)\ (II)$) ، كلوريد الحديد ($Fe\ (3d^6)\ (II)$)

الحل

الذرة أو الأيون	التوزيع الإلكتروني لأوربيتالات d	عدد الإلكترونات المفردة	الخاصية المغناطيسية
Zn	$3d^{10}$ ⇅ ⇅ ⇅ ⇅ ⇅	Zero	ديامغناطيسية
Cu^{2+}	$3d^9$ ⇅ ⇅ ⇅ ⇅ ↑	1	بارامغناطيسية
Fe^{2+}	$3d^6$ ⇅ ↑ ↑ ↑ ↑	4	بارامغناطيسية

تدريب غير محلول:

رتب كاتيونات المركبات الآتية تصاعدياً حسب عزمها المغناطيسي :

$FeCl_3$, Cu_2Cl_2 , Cr_2O_3 , TiO_2

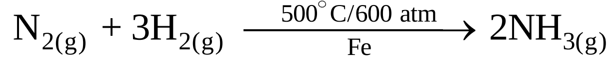
[Fe=26 , Cu=29 , Cr=24 , Ti=22]

(٥) النشاط الحفزي Cataytic activity : تعتبر الفلزات الانتقالية عوامل حفز مثالية

أمثلة :

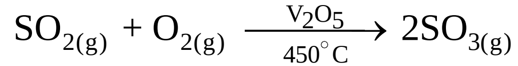
① **النيكل المجزأ :** يستخدم في عمليات هدرجة الزيوت.

② **الحديد المجزأ :** يستخدم في تحضير غاز النشادر لطريقة هابر – بوش.

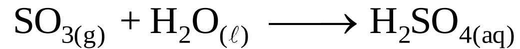


$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \xrightarrow[Fe]{500^\circ C/600\ atm} 2NH_{3(g)}$$

③ **خامس أكسيد الفاناديوم (V_2O_5) :** يستخدم كعامل حفاز في تحضير حمض الكبريتيك بطريقة التلامس.

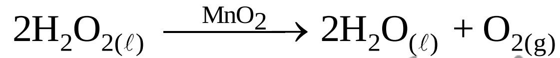


$$SO_{2(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow[450^\circ C]{V_2O_5} 2SO_{3(g)}$$

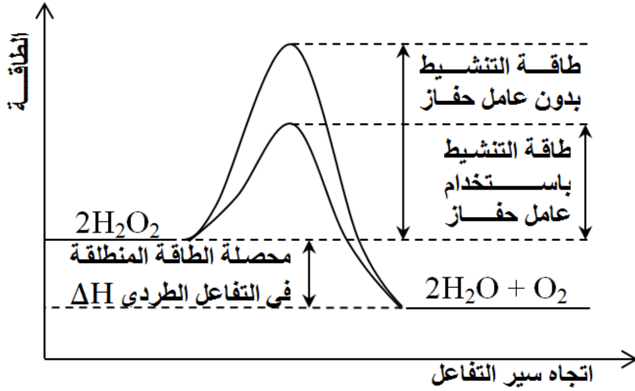


$$SO_{3(g)} + H_2O_{(\ell)} \longrightarrow H_2SO_{4(aq)}$$

④ **ثاني أكسيد المنجنيز (MnO_2) :** يستخدم كعامل حفاز في تفاعل إنحلال فوق أكسيد الهيدروجين إلى ماء وأكسچين.



$$2H_2O_{2(\ell)} \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O_{(\ell)} + O_{2(g)}$$



أثر MnO_2 **كعامل حفاز في تفاعل إنحلال** H_2O_2

أهمية فلزات السلسلة الانتقالية الأولى كعوامل حفز ... **علل** ؟

بسبب استخدام إلكترونات 3d , 4s في تكوين روابط بين الجزيئات المتفاعلة وذرات سطح الفلز مما يؤدي إلى تركيز هذه المتفاعلات على سطح الحافز وإلى إضعاف الرابطة في الجزيئات المتفاعلة مما يقلل من طاقة التنشيط ويساعد في سرعة التفاعل.

(٦) الأيونات الملونة Coloured ions :

معظم مركبات العناصر الانتقالية ومحاليلها المائية ملونة ويوضح الجدول التالي ألوان بعض الأيونات المتهدرتة لفلزات السلسلة الانتقالية الأولى :

اللـــون	عدد إلكترونات (3d) في الأيون	اللـــون	عدد إلكترونات (3d) في الأيون
أصفر	$(3d^5)\ Fe^{3+}_{(aq)}$	عديم اللون	$(3d^0)\ Sc^{3+}_{(aq)}$
أخضر	$(3d^6)\ Fe^{2+}_{(aq)}$	بنفسجي محمر	$(3d^1)\ Ti^{3+}_{(aq)}$
أحمر	$(3d^7)\ Co^{2+}_{(aq)}$	أزرق	$(3d^2)\ V^{3+}_{(aq)}$
أخضر	$(3d^8)\ Ni^{2+}_{(aq)}$	أخضر	$(3d^3)\ Cr^{3+}_{(aq)}$
أزرق	$(3d^9)\ Cu^{2+}_{(aq)}$	بنفسجي	$(3d^4)\ Mn^{3+}_{(aq)}$
عديم اللون	$(3d^{10})\ Zn^{2+}_{(aq)}\ ,\ Cu^{1+}_{(aq)}$	أحمر (وردي)	$(3d^5)\ Mn^{2+}_{(aq)}$

(الجدول للإطلاع فقط)

تفسير اللون في المواد :

تتميز أيونات أو ذرات العناصر الانتقالية بأنها ملونة ... علل ؟

لأن لون المادة ينتج من امتصاص بعض فوتونات منطقة الضوء المرئي والذي تراه العين هو محصلة مخلوط الألوان المتبقية.

(1) إذا امتصت المادة جميع ألوان الضوء المرئي (الأبيض) تظهر للعين سوداء.

(2) إذا امتصت المادة لوناً معيناً يظهر لونها باللون المتمم له Complementary colour

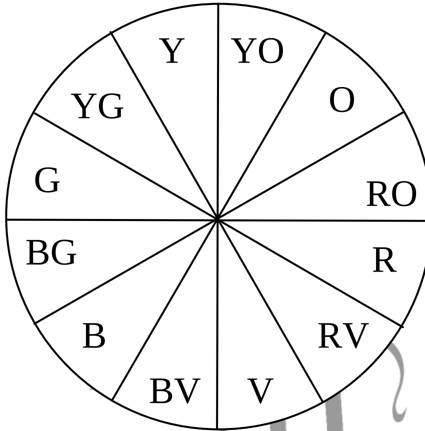
اللون الذي تمتصه المادة	اللون المتمم الذي تراه العين
بنفسجي V	أصفر Y
أزرق B	برتقالي O
أخضر G	أحمر R
أصفر Y	بنفسجي V
أحمر R	أخضر G

يبين الجدول اللون الذي تمتصه المادة واللون المتمم له (المنعكس) وهو الذي تراه به العين.

مركبات الكروم (III) تبدو للعين باللون الأخضر ... علل ؟ لأنها تمتص اللون الأحمر

العلاقة بين ألوان أيونات العناصر الإنتقالية وتركيبها الإلكتروني :

بمراجعة الجدول الذي يبين ألوان أيونات العناصر الإنتقالية المتهدرتة نجد أن أيونات $(d^0)\ Sc^{3+}$ ، $(d^{10})\ Cu^{1+}$ ، $(d^{10})\ Zn^{2+}$ غير ملونة – كذلك نجد أيونات العناصر غير الإنتقالية – فهي تتميز باحتوائه على أوربيتالات d فارغة (d^0) أو ممتلئة تماماً (d^{10}) من ذلك نستنتج أن اللون في أيونات العناصر الإنتقالية يعزى إلى الامتلاء الجزئي ($1 : 9\ e^-$) لأوربيتالات المستوى الفرعي (d) أي لوجود إلكترونات منفردة في أوربيتالات (d)



العلامة 📖 تدل على كتاب المدرسة
العلامة 📄 تدل على دليل التقويم

تقويم الدرس الأول

١ اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات الآتية :

(١) عناصر يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي (d).
(٢) عناصر يكون تركيبها الإلكتروني $ns^2 , (n-1)d^1$
(٣) عناصر يكون تركيبها الإلكتروني $ns^2 , (n-1)d^{10}$
(٤) عناصر تشتمل على ثلاث أعمدة رأسية وهي تختلف عن بقية المجموعات (B)
(٥) عناصر يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي (3d) وتقع في الدورة الرابعة وتبدأ بعد عنصر الكالسيوم.
(٦) عناصر يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي (4d) وتقع في الدورة الخامسة.
(٧) عناصر يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي (5d) وتقع في الدورة السادسة.
(٨) عناصر يتتابع فيها امتلاء المستوى الفرعي (6d) وتقع في الدورة السابعة.
(٩) أول فلز عرفه الإنسان تاريخياً.
(١٠) عناصر المجموعة (IB) وهي النحاس والفضة والذهب.
(١١) العنصر الذي تكون فيه الأوربيتالات (d) ، (f) مشغولة بالإلكترونات ولكنها غير ممتلئة الامتلاء سواء في الحالة الذرية أو في أي حالة من حالات التأكسد. **(مصر ثان ٩٦ ، مصر أول ٠٠)**
(١٢) الخواص التي كان لها الفضل الكبير في فهمنا لكيمياء العناصر الانتقالية.
(١٣) خاصية تظهر في الأيونات أو الذرات أو الجزيئات التي يكون فيها أوربيتالات (d) تشغلها إلكترونات مفردة.
(١٤) خاصية تنشأ في المواد التي تكون الإلكترونات في جميع أوربيتالاتها (d) في حالة إزدواج.
(١٥) المادة التي تنجذب نحو المجال المغناطيسي نتيجة لوجود إلكترونات مفردة في أوربيتالات (3d)
(١٦) المادة التي تتنافر مع المجال المغناطيسي نتيجة لوجود جميع إلكتروناتها في حالة إزدواج في أوربيتالات (3d)
(١٧) خاصية يمكن عن طريق قياسها أو تقديرها للمادة تحديد عدد الإلكترونات المفردة ومن ثم تحديد التركيب الإلكتروني لأيون الفلز.

٢ اكتب الاسم الكيميائي أو العلمي للعنصر أو المركب أو المخلوط التالي:

(١) العنصر الذي تقع عناصر السلسلة الانتقالية بعده في الدورة الرابعة.
(٢) أول عناصر السلسلة الانتقالية الأولى.
✲ عنصر انتقالي يستخدم في صناعة طائرات الميج المقاتلة.
✲ عنصر انتقالي يستخدم في صناعة مصابيح تستخدم في التصوير التلفزيوني أثناء الليل.
(٣) آخر عناصر السلسلة الانتقالية الأولى.
(٤) أول عناصر السلسلة الانتقالية الثانية.
(٥) آخر عناصر السلسلة الانتقالية الثانية.
✲ عنصر في السلسلة الإنتقالية الثانية يستخدم في صناعة بطاريات قابلة لإعادة الشحن.
(٦) أول عناصر السلسلة الانتقالية الثالثة.
(٧) آخر عناصر السلسلة الانتقالية الثالثة.
(٨) عنصر شديد الصلابة كالصلب وأقل كثافة منه.
✲ عنصر يستخدم في عمليات زراعة الأسنان والمفاصل الصناعية
(٩) سبائك تستخدم بدلاً من الألومنيوم في صناعة الطائرات والمركبات الفضائية.
(١٠) مركب يدخل في تركيب مستحضرات الحماية من أشعة الشمس.
(١١) عنصر يستخدم في صناعة زنبركات السيارات.
(١٢) مركب يستخدم كصبغ في صناعة السيراميك والزجاج.

✲ مركب يستخدم كعامل حفاز في صناعة المغناطيسات فائقة التوصيل.
(١٣) عنصر إنتقالي على درجة عالية من النشاط الكيميائي لكنه يقاوم فعل العوامل الجوية.
✲ عنصر إنتقالي يستخدم في طلاء المعادن ودباغة الجلود.
(١٤) من مركبات الكروم يُستخدم في عمل الأصباغ.
(١٥) من مركبات الكروم يُستخدم كمادة مؤكسدة.
(١٦) عنصر إنتقالي يستخدم دائماً في صورة سبائك مهمة مثل صناعة خطوط السكك الحديدية.
(١٧) سبائك تُستخدم في صناعة خطوط السكك الحديدية.
(١٨) سبائك تُستخدم في صناعة عبوات المشروبات الغازية.
(١٩) من مركبات المنجنيز يستخدم كعامل مؤكسد قوي ، وفي صناعة العمود الجاف.
(٢٠) من مركبات المنجنيز يستخدم كمادة مؤكسدة ومطهرة.
(٢١) من مركبات المنجنيز يستخدم كمبيد للفطريات.
(٢٢) أكثر العناصر الانتقالية ورابع عناصر الجدول الدوري وفرة في القشرة الأرضية.
✲ عنصر إنتقالي يستخدم في صناعة الخرسانات المُسلحة وأبراج الكهرباء.
✲ عنصر إنتقالي يستخدم صناعة السكاكين و مواسير البنادق والمدافع والأدوات الجراحية.
✲ عنصر إنتقالي يستخدم كعامل حفاز في صناعة النشادر بطريقة (هابر – بوش)
✲ عنصر إنتقالي يستخدم في تحويل الغاز المائي إلى وقود سائل بطريقة (فيشر– تروبش)
(٢٣) عنصر إنتقالي يسمى شبيه الحديد وله أثنا عشر نظيراً مُشعاً.
(٢٤) عنصر إنتقالي تستخدم سبائكه في حفظ الأحماض وصناعة ملفات التسخين والأفران الكهربية.
✲ عنصر إنتقالي يستخدم مع الكادميوم في صناعة بطاريات قابلة لإعادة الشحن.
(٢٥) مادة تُستخدم في هدرجة الزيوت.
(٢٦) أول فلز عرفه الإنسان في التاريخ.
✲ عنصر إنتقالي يستخدم في صناعة البرونز والكابلات الكهربية والعملات المعدنية.
(٢٧) سبيكة النحاس والقصدير.
(٢٨) من مركبات النحاس يُستخدم كمبيد حشري ومبيد للفطريات في عمليات تنقية مياة الشرب.
(٢٩) من مركبات النحاس يُستخدم في الكشف عن سكر الجلوكوز.
(٣٠) من عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى تتركز معظم استخداماته في جلفنة باقي الفلزات.
✲ عنصر غير إنتقالي يقع في آخر السلسلة الإنتقالية الأولى.
(٣١) من مركبات الخارصين يُستخدم في صناعة الدهانات والمطاط ومستحضرات التجميل.
(٣٢) من مركبات الخارصين يُستخدم في صناعة الطلائات المُضيئة وشاشات الأشعة السينية.
(٣٣) عناصر المجموعة (IB) وتسمى فلزات العملة.
(٣٤) مركب يستخدم كعامل حفاز في تحضير حمض الكبريتيك بطريقة التلامس.
(٣٥) مركب يستخدم كعامل حفاز في تفاعل إنحلال فوق أكسيد الهيدروجين إلى ماء وأكسچين.

---

٣ علل لما يأتي :

(١) تتكون العناصر الانتقالية الرئيسية من عشرة مجموعات رئيسية.
(٢) تختلف عناصر المجموعة الثامنة VIII التي تشتمل على ثلاث أعمدة رأسية وهي المجموعات (8) , (9) , (10) عن بقية المجموعات (B)
(٣) يستخدم السكانديوم في صناعة طائرات الميج المقاتلة.
(٤) يستخدم السكانديوم في صناعة مصابيح تستخدم في التصوير التلفزيوني أثناء الليل.
(٥) تستخدم سبائك التيتانيوم والألومنيوم بدلاً من الألومنيوم في صناعة الطائرات والمركبات الفضائية.
(مصر ثان ٠٣)
(٦) يستخدم التيتانيوم في عمليات زراعة الأسنان والمفاصل الصناعية.
(٧) ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 يدخل في تركيب مستحضرات الحماية من أشعة الشمس.

(٨) يستخدم الفاناديوم في صناعة زنبركات السيارات.
(٩) 📖 الكروم عنصر على درجة عالية من النشاط الكيميائي لكنه يقاوم فعل العوامل الجوية.
(مصر أول ٠١ ، مصر أول ٩٩)

(١٠) يستخدم المنجنيز دائماً في صورة سبائك أو مركبات ولا يستخدم وهو في حالته النقية.
(١١) تستخدم سبائك الحديد مع المنجنيز في صناعة خطوط السكك الحديدية.
(١٢) تستخدم سبائك الألومنيوم مع المنجنيز في صناعة عبوات المشروبات الغازية Drinks Cans
(١٣) الكوبلت يشبه الحديد.
(١٤) يستخدم نظير الكوبلت 60 في عمليات حفظ المواد الغذائية وفي التأكد من جودة المنتجات وفي الطب.
(١٥) استخدام أواني من النيكل مع الصلب لحفظ الأحماض.
(١٦) يستخدم النيكل في طلاء معادن كثيرة.
(١٧) يستخدم النيكل المُجزأ في هدرجة الزيوت.
(١٨) يستخدم النحاس في صناعة الكابلات الكهربائية.
(١٩) تتركز معظم استخدامات الخارصين في جلفنة باقي الفلزات.
(٢٠) 📖 شذوذ التركيب الإلكتروني لكل من الكروم $_{24}Cr$ ، والنحاس $_{29}Cu$ عن باقي السلسلة الانتقالية الأولى. **(مصر أول ٠١)**

(٢١) يسهل أكسدة أيون الحديد (II) إلى أيون الحديد (III) $[_{26}Fe]$
(٢٢) يصعب أكسدة أيون المنجنيز (II) إلى أيون المنجنيز (III) $[_{25}Mn]$ **(مصر أول ٠٠ ، مصر ثان ٠٦)**
(٢٣) تعطي جميع عناصر السلسلة الانتقالية الأولى حالة التأكسد (2+) ما عدا السكانديوم.
(٢٤) 📖 لا يكون السكانديوم مركبات يكون عدد تأكسده فيها (4+)
(٢٥) تتميز العناصر الانتقالية بتعدد حالات تأكسدها بينما لا نلاحظ هذه الظاهرة في الفلزات الممثلة التي غالباً ما يكون لها حالة تأكسد واحدة. **(مصر ثان ٩٥)**

(٢٦) جهد التأين الثاني في الصوديوم والثالث في الماغنسيوم والرابع في الألومنيوم كبيرة جداً.
* لا يمكن الحصول على Na^{2+} أو Mg^{3+} أو Al^{4+} بالتفاعل الكيميائي العادي.

(٢٧) 📖 تعتبر فلزات العملة النحاس والفضة والذهب عناصر انتقالية $[_{29}Cu - {}_{47}Ag - {}_{79}Au]$
(مصر أول ٩٥)

* يعتبر النحاس عنصراً انتقالياً علماً بأن التركيب الإلكتروني لأوربيتالاته الخارجية هو $_{29}Cu:(3d^{10},4s^{1})$ **(مصر أول ٠٦)**

(٢٨) تعتبر فلزات الخارصين والكادميوم والزئبق عناصر غير انتقالية $[_{30}Zn - {}_{48}Cd - {}_{80}Hg]$
(٢٩) تزداد الكتلة الذرية بالتدريج بزيادة العدد الذري ويشذ عن ذلك النيكل.
(٣٠) 📖 النقص في الحجم الذري خلال السلسلة الانتقالية الأولى لا يكون كبيراً.
(٣١) استخدام عناصر السلسلة الانتقالية الأولى في انتاج السبائك.
(٣٢) 📖 ارتفاع درجات الانصهار ودرجات الغليان لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى.
(٣٣) تزداد الكثافة عبر السلسلة الانتقالية الأولى بزيادة العدد الذري.
(٣٤) 📖 كثير من الفلزات الانتقالية ومركباتها تتجاذب مع المجال المغناطيسي الخارجي.
(٣٥) 📖 كلوريد الحديد (III) مادة بارامغناطيسية.

* يعتبر كلوريد الحديد (II) مادة بارامغناطيسية. $[_{26}Fe]$ **(السودان أول ٠٧)**
* يعتبر الحديد $(_{26}Fe)$ مادة بارامغناطيسية. **(مصر أول ٩٥)**

(٣٦) العزم المغناطيسي للمواد الدايا مغناطيسية يساوي Zero
(٣٧) 📖 لمعظم العناصر الانتقالية نشاط حفزي. **(مصر أول ٩٥ ، مصر ثان ٩٧ ، مصر ثان ٩٨ ، مصر أول ٠٤)**
(٣٨) مركبات الكروم (III) تبدو للعين باللون الأخضر.
(٣٩) أيونات العناصر الإنتقالية ملونة وأيونات العناصر غير الإنتقالية غير ملونة.

(٤٠) 📖 أيونات Sc^{3+} ، Zn^{2+} غير ملونة. $[_{21}Sc - _{30}Zn]$

٤ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

(١) المركب ($FeCl_2$) هو مركب .... [Fe=26] **(مصر أول ٩٣)**

ⓐ بارامغناطيسي وملون ⓑ ديامغناطيسي وغير ملون

ⓒ بارامغناطيسي وغير ملون ⓓ ديامغناطيسي وملون

(٢) تتميز عناصر السلسلة الانتقالية الأولى بتعدد حالات تأكسدها لأن الإلكترونات تخرج من ....

ⓐ المستوى الفرعي 3s ثم 3d ⓑ المستوى الفرعي 4s فقط

ⓒ المستوى الفرعي 3p فقط ⓓ المستوى الفرعي 4s ثم 3d بالتتابع **(مصر أول ٢٠٠٢)**

(٣) العنصر الذي تركيبه الإلكتروني $(_{18}Ar)\ 4s^2,3d^{10}$ يكون .... **(مصر أول ٩٢)**

ⓐ الحديد ⓑ النحاس ⓒ السكانديوم ⓓ الخارصين

(٤) عنصر تركيبه الإلكتروني $(_{18}Ar)\ 4s^2,3d^{10}$ يكون .... **(مصر أول ٩٧)**

ⓐ مركباته ملونة ⓑ مركباته بارا مغناطيسية

ⓒ له حالة تأكسد واحدة وهى 2+ ⓓ له حالة تأكسد 4+

(٥) 📄 كلما ازداد العدد الذري للعنصر الانتقالي في الدورة الواحدة، كلما ....

ⓐ قلت طاقة تأينه ⓑ ازداد نصف قطره

ⓒ صعب تأكسده ⓓ قلت كثافته

(٦) 📄 العنصر الذي تستخدم أكسيده كعامل حفاز في إنحلال فوق أكسيد الهيدروجين إلى ماء وأكسچين هو ....

ⓐ السكانديوم ⓑ التيتانيوم ⓒ الحديد ⓓ الفاناديوم

(٧) 📄 في السلسلة الانتقالية الأولى يكون الأيون أكثر استقراراً عندما يكون المستوى الفرعي (3d) ....

ⓐ نصف ممتلئ ⓑ ممتلئ ⓒ خالي ⓓ كل ما سبق

(٨) 📄 أقصى قيمة لحالة التأكسد في عناصر السلسلة الانتقالية الأولى توجد في عنصر ....

ⓐ الفاناديوم ⓑ الكروم ⓒ المنجنيز ⓓ الحديد

(٩) 📄 عنصر عدده الذري 29 يكون تركيبه الإلكتروني هو ....

ⓐ $[Ar]\ 4s^2,3d^9$ ⓑ $[Ar]\ 4s^1,3d^{10}$

ⓒ $[Ar]\ 4s^3,3d^8$ ⓓ $[Ar]\ 4s^2,3d^8,5s^1$

(١٠) 📄 يتميز أيون الحديد (II) بالخاصية البارامغناطيسية بسبب ....

ⓐ وجود إلكترونات مفردة في المستوى الفرعي (3d)

ⓑ امتلاء المستوى الفرعي (3d) بعشرة إلكترونات

ⓒ المستوى الفرعي (3d) خالي من الإلكترونات

ⓓ وجود إلكترونات مزدوجة في المستوى الفرعي (4s)

٥ اذكر استخدام أو دور أو أهمية كل من :

(١) السكانديوم. (٢) سبائك السكانديوم والألومنيوم.

(٣) التيتانيوم. **(مصر أول ٩٦ ، مصر ثان ٠٧)** (٤) سبائك التيتانيوم والألومنيوم.

(٥) ثاني أكسيد التيتانيوم. (٦) الفاناديوم.
(٧) خامس أكسيد الفانديوم. (٨) الكروم. (مصر ثان ٩٦ ، مصر أول ١٠)
(٩) أكسيد الكروم III (١٠) ثاني كرومات البوتاسيوم.
(١١) المنجنيز. (١٢) ثاني أكسيد المنجنيز.
(١٣) برمنجنات البوتاسيوم. (١٤) كبريتات المنجنيز II
(١٥) الحديد. (١٦) الكوبلت.
(١٧) النيكل. (١٨) بطاريات النيكل – كادميوم.
(١٩) سبائك النيكل مع الصلب. (٢٠) سبائك النيكل والكروم.
(٢١) النيكل المجزأ. (٢٢) النحاس.
(٢٣) كبريتات النحاس II (٢٤) محلول فهلنج.
(٢٥) الخارصين. (٢٦) أكسيد الخارصين.
(٢٧) كبريتيد الخارصين. (٢٨) العزم المغناطيسي.
(٢٩) خامس أكسيد الفاناديوم. (٣٠) ثاني أكسيد المنجنيز.

٦ قارن بين كل من :

(١) السلسلة الانتقالية الأولى والسلسلة الانتقالية الثانية.
(٢) السلسلة الانتقالية الثالثة والسلسلة الانتقالية الرابعة.
(٣) الاستخدام الطبي لكل من الكوبلت والتيتانيوم.
(٤) التركيب الإلكتروني لكل من النحاس ($_{29}Cu$) والكروم ($_{24}Cr$). (مصر أول ٩٢)
(٥) المواد البارامغناطيسية والدايامغناطيسية.
(٦) المادة الملونة والمادة غير الملونة.
(٧) فلزات المجموعة (IB) وفلزات المجموعة (IIB)

٧ 📖 صنف ما يلي إلى مواد بارامغناطيسية ومواد دايامغناطيسية :



[$CoCl_2$ – $Fe_2(SO_4)_3$ – $ZnSO_4$ – $Cu(NO_3)_2$ – $FeCl_2$]

علماً بأن : (Co=27 , Fe=26 , Zn=30 , Cu=29)

٨ 📖 صنف ما يلي إلى مواد ملونة ومواد غير ملونة :

(١) أيون حديد (II) (٢) أيون حديد (III)
(٣) أيون تيتانيوم (III) (٤) أيون سكانديوم (III)
(٥) أيون نحاس (II) (٦) أيون خارصين (II)

علماً بأن : (Sc=21 , Ti=22 , Fe=26 , Zn=30 , Cu=29)

٩ ماذا يحدث عند :

(١) إضافة نسبة ضئيلة من السكانديوم إلى الألومنيوم.
(٢) إضافة السكانديوم إلى مصابيح أبخرة الزئبق.
(٣) إضافة نسبة ضئيلة من الفاناديوم إلى الصلب.
(٤) وضع كمية محسوبة من كبريتات النحاس (II) في مياه الشرب.
(٥) وضع محلول فهلنج على سكر الجلوكوز.
(٦) جلفنة الفلزات بالخارصين.
(٧) فقد عنصر النحاس لإلكترونين.

١٠ 📖 اختر من العمود (ب) التركيب الإلكتروني لعناصر العمود (أ) ثم ما يناسبة من الاستخدامات في العمود (جـ) :

العنصر (أ)	التركيب الإلكتروني (ب)	الاستخدام (جـ)
١- تيتانيوم ($_{22}Ti$)	أ - [Ar] $3d^{10},4s^1$	I - يستخدم أحد مركباته كمادة مؤكسدة ومُطهرة.
٢- كروم ($_{24}Cr$)	ب - [Ar] $3d^7,4s^2$	II - يُستخدم في هدرجة الزيوت
٣- منجنيز ($_{25}Mn$)	جـ - [Ar] $3d^2,4s^2$	III - يُستخدم نظيره المُشع (60) في عمليات حفظ الأغذية.
٤- كوبلت ($_{27}Co$)	د - [Ar] $3d^8,4s^2$	IV - يُستخدم في دباغة الجلود.
٥- نيكل ($_{28}Ni$)	هـ - [Ar] $3d^5,4s^1$	V - تُستخدم سبائكه مع الألومنيوم في صناعة المركبات الفضائية.
٦- نحاس ($_{29}Cu$)	و - [Ar] $3d^5,4s^2$	VI - يدخل في تركيب محلول فهلنج.
		VII- يُستخدم في صناعة زنبركات السيارات

---

١١ رتب ما يلي :

(١) الحديد – السكانديوم – النحاس **«حسب النشاط الكيميائي»**

(٢) الحديد $_{26}Fe$ – الخارصين $_{30}Zn$ – الكروم $_{24}Cr$ – التيتانيوم $_{22}Ti$ **«حسب العزم المغناطيسي»**

(٣) $_{28}Ni^{2+}$ – $_{26}Fe^{3+}$ – $_{27}Co^{2+}$ **«حسب قوة الجذب المغناطيسي لها مع التعليل»** **(الأزهر أول ٩١)**

---

١٢ كيف يمكنك الكشف عن كل من :

(١) سكر الجلوكوز.

(٢) كلوريد الحديد (III).

---

١٣ ما دور العلماء الآتي أسماؤهم :

(١) هابر – بوش.

(٢) فيشر – تروبش.

---

١٤ أسئلة متنوعة :

(١) 🗐 أي العناصر الآتية يعتبر أكثر سهولة للتأكسد النحاس $_{29}Cu$ أم الحديد $_{26}Fe$ ؟

(٢) 🗐 أي العناصر الآتية تكون مع الكلور مركب صيغته MCl_4 ؟ ($_{29}Cu$, $_{26}Fe$, $_{22}Ti$)

فلــز الحديــد IRON

قال تعالى : ﴿وَأَنْزَلْنَا الحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ﴾ {الحديد:٢٥}

يعتبر الحديد عصب الصناعات الثقيلة.

التوزيـــع الإلكترونـــي : $_{26}Fe : [Ar]\ 4s^2, 3d^6$

الوجـــود :

① ترتيبه الرابع بين العناصر المعروفة في القشرة الأرضية ، بعد عناصر الأكسچين والسيلكون والألومنيوم، حيث يكون 6.3% من وزن القشرة الأرضية.

② تزداد كميته تدريجياً كلما اقتربنا من باطن الأرض.

③ **لا** يوجد بشكل حُر إلا في النيازك (90%)

④ يوجد الحديد في القشرة الأرضية على هيئة خامات طبيعية تحتوي على مختلف أكاسيد الحديد مختلطة بشوائب.

العوامل التي يتوقف عليها صلاحية استخلاص الحديد من خاماته :

① نسبة الحديد الخام. ② تركيب الشوائب المصاحبة له في الخام.

نوعية العناصر الضارة المختلطة معه في الخام **مثل** الكبريت، والفوسفور، والزرنيخ، وغيرها.

أهــم خامــات الحديـــد التي تستخدم في تصنيعه:

الخام	الاسم الكيميائي	الصيغة الكيميائية	الخواص	نسبة الحديد	أماكن وجوده في مصر
الهيماتيت	أكسيد الحديد (III)	Fe_2O_3	لونه أحمر داكن – سهل الاختزال	50 – 60%	الجزء الغربي لمدينة أسوان – الواحات البحرية
الليمونيت	أكسيد الحديد (III) المتهدرت	$2Fe_2O_3.3H_2O$	أصفر اللون – سهل الاختزال	20 – 60%	الواحات البحرية
المجنتيت	أكسيد الحديد المغناطيسي	Fe_3O_4	أسود اللون – له خواص مغناطيسية	45 – 70%	الصحراء الشرقية
السيدريت	كربونات الحديد (II)	$FeCO_3$	لونه رمادي مصفر – سهل الاختزال	30 – 42%	———

استخــلاص الحديـــد مــن خاماتــه

أولاً تجهيــز خــام الحديـــد :

(١) تحسين الخواص الفيزيائية والميكانيكة للخامات وتتضمن :

(أ) **عمليات التكسير :** بهدف الحصول على الحجم المناسب لعمليات الاختزال.

(ب) **عمليـــات التلبيـــد :** تنتج عن عمليات التكسير والطحن وعن عمليات تنظيف غازات الأفران العالية كميات هائلة من الخام الناعم الذي لا يمكن استخدامه في الأفران العالية مباشرة ،

لذا تخضع هذه الأحجام الدقيقة للمعالجة بغرض ربط وتجميع الحبيبات في أحجام أكبر تكون متماثلة ومتجانسة وتسمى هذه العملية بالتلبيد.

(جـ) عمليات التركيز : هي العمليات التي تجرى بهدف زيادة نسبة الحديد وذلك بفصل والمواد غير المرغوب فيها عن الخامات والتي تكون متحدة معها كيميائياً أو مختلطة بها وتتم عمليات التركيز باستخدام خاصية التوتر السطحي أو الفصل المغناطيسي أو الفصل الكهربي.

(٢) تحسين الخواص الكيميائية :

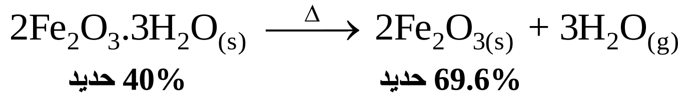
التحميص : وتتم هذه العملية بتسخين الخام بشدة في الهواء وذلك بغرض :

(أ) تجفيف الخام والتخلص من الرطوبة وزيادة نسبة الحديد في الخام :



$FeCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} FeO_{(s)} + CO_{2(g)}$ $2FeO_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow Fe_2O_{3(s)}$

48.2% حديد   **69.6% حديد**



$2Fe_2O_3.3H_2O_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_{3(s)} + 3H_2O_{(g)}$

40% حديد   **69.6% حديد**

(ب) أكسدة بعض الشوائب مثل الكبريت والفوسفور :



$S_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} SO_{2(g)}$ $4P_{(s)} + 5O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2P_2O_{5(g)}$

ثانياً اختــزال خامــات الحديــد :

يتم في هذه المرحلة اختزال أكاسيد الحديد إلى حديد، بإحدى طريقتين تبعاً للعامل المختزل المُستخدم.

	الفرن العالي	فرن مدركس
العامل المختزل	غاز أول أكسيد الكربون.	خليط من غازي أول أكسيد الكربون والهيدروجين (الغاز المائي)
مصدر العامل المختزل	ينتج من فحم الكوك طبقاً للمعادلتين الآتيتين: $C_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} CO_{2(g)}$ $CO_{2(g)} + C_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2CO_{(g)}$	ينتجان من الغاز الطبيعي (نسبة الميثان CH_4 فيه 93%) $2CH_{4(g)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(g)} \xrightarrow{\Delta} 3CO_{(g)} + 5H_{2(g)}$
تفاعل الاختزال	$Fe_2O_{3(s)} + 3CO_{(g)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_{(s)} + 3CO_{2(g)}$	$2Fe_2O_{3(s)} + 3CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_{(s)} + 3CO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)}$

ثالثاً إنتاج الحديد :

بعد عملية اختزال خامات الحديد في الفرن العالي أو فرن مدركس تأتي المرحلة الثالثة وهي انتاج الأنواع المختلفة من الحديد **مثل :** الحديد الزهر أو الحديد الصلب.

الصلب Steel

تعتمد صناعة الصلب على عمليتين هما :

(١) التخلص من الشوائب الموجودة في الحديد الناتج من أفران الاختزال.

(٢) إضافة بعض العناصر إلى الحديد لتكسب الصلب الناتج الخواص المطلوبة للأغراض الصناعية.

وتتم صناعة الصلب باستخدام واحد من ثلاثة أنواع معروفة من الأفران هي :

① المحولات الأكسجينية. ② الفرن المفتوح. ③ الفرن الكهربائي.

السبائـــك

التكويـــن :

(١) فلزين أو أكثر : مثل : سبائك الحديد والكروم ، الحديد والمنجنيز ، الحديد والڤاناديوم ، والحديد والنيكل

(٢) فلز مع لافلـــز : مثل : الحديد والكربون

التحضيــر :

	طريقـــة الصهـــر	طريقـــة الترسيـــب الكهربـــي
طريقـــة التحضيـــر	عن طريق صهر الفلزات مع بعضها وترك المنصهر ليبرد تدريجياً.	عن طريق الترسيب الكهربي لفلزين أو أكثر في نفس الوقت.
مثـــال	سبائك الحديد والكروم ، الحديد والمنجنيز ، الحديد والڤاناديوم ، الحديد والنيكل.	تغطية المقابض الحديدية بالنحاس الأصفر (نحاس + خارصين) وذلك بترسيبه كهربياً من محلول يحتوي أيونات النحاس والخارصين على هذه المقابض

أنواع السبائك

السبائك البينية	السبائك الاستبدالية	سبائك المركبات البينفلزية
يتكون أي فلز – كالحديد – من شبكة بلورية من ذرات الفلز مرصوصة رصاً محكماً بينها مسافات بينية وعند الطرق يمكن أن تتحرك طبقة من ذرات الفلز فوق طبقة أخرى ولكن إذا أدخل فلز آخر حجم ذراته أقل من حجم ذرات الفلز النقي في المسافات البينية للشبكة البللورية للفلز الأصلي ، فإن ذلك يعوق إنزلاق الطبقات وهو ما يزيد من صلابة الفلز بالإضافة إلى تأثر بعض خواصه الفيزيائية الأخرى مثل : قابلية الطرق والسحب ودرجات الانصهار والتوصيل الكهربي والخواص المغناطيسية **<u>مثال</u> :** سبيكة الحديد والكربون (الحديد الصلب) فلز نقي انزلاق طبقات الفلز عند الطرق تأثير دخول ذرات صغيرة	تستبدل بعض ذرات الفلز الأصلي في الشبكة البلورية بذرات فلز آخر له : ١- نصف القطر ٢- الشكل البلوري ٣- الخواص الكيميائية. **<u>أمثلة</u> :** ١- سبيكة الحديد والكروم في الصلب الذي لا يصدأ ٢- سبيكة الذهب والنحاس ٣- سبيكة الحديد والنيكل	تتحد العناصر المكونة للسبيكة اتحاداً كيميائياً فتتكون مركبات كيميائية. **<u>مميزاتها</u> :** ١- مركبات صلبة. ٢- تتكون من فلزات لا تقع في مجموعة واحدة بالجدول الدوري **<u>أمثلة</u> :** ١- سبيكة الديور ألومين (الألومنيوم – النيكل) Ni_3Al ٢- سبيكة (الرصاص – الذهب) Au_2Pb

خــواص الحديــد

الخــواص الفيزيائيــة :

1. ليس له أهمية صناعية وهو في الحالة النقية.
2. لين نسبياً ليس شديد الصلابة.
3. يسهل تشكيله.
4. قابل للطرق والسحب.
5. له خواص مغناطيسية.
6. ينصهر عند 1538°C
7. كثافته $7.87 g/cm^3$

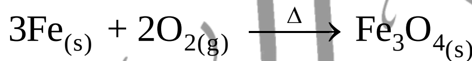
تعتمد الخواص الفيزيائية للحديد على نقائه وطبيعة الشوائب به.
يمكن إنتاج عدد هائل من أنواع الصلب وسبائك الحديد لها صفات عديدة تجعلها صالحة لاستخدامات عديدة.

الخــواص الكيميائيــة :

- بخلاف العناصر التي قبله في السلسلة الانتقالية الأولى لا يعطي الحديد حالة تأكسد تدل على خروج جميع إلكترونات المستويين الفرعيين (4s,3d) وهي ثمان إلكترونات
- جميع حالات التأكسد الأعلى من (+3) ليست ذا أهمية.
- له حالة تأكسد (+2) تقابل خروج إلكتروني المستوى الفرعي (4s) وحالة التأكسد (+3) تقابل ($3d^5$) نصف ممتلئ (حالة الثبات).

(١) تأثير الهـواء :

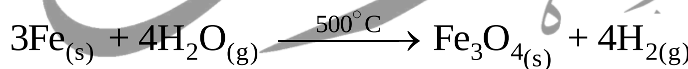
يتفاعل الحديد الساخن لدرجة الاحمرار مع الهواء أو الأكسچين ليعطي أكسيد حديد مغناطيسي



$$3Fe_{(s)} + 2O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} Fe_3O_{4(s)}$$

(٢) فعل بخار المـاء :

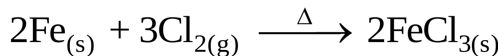
يتفاعل الحديد الساخن لدرجة الاحمرار (500°C) مع بخار الماء ليعطي أكسيد حديد مغناطيسي وهيدروچين.



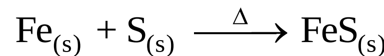
$$3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(g)} \xrightarrow{500^\circ C} Fe_3O_{4(s)} + 4H_{2(g)}$$

(٣) مع اللافلـزات :

يتفاعل مع الكلور ليعطي كلوريد حديد (III) ويتحد مع الكبريت ليعطي كبريتيد الحديد (II)



$$2Fe_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2FeCl_{3(s)}$$



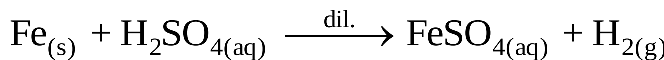
$$Fe_{(s)} + S_{(s)} \xrightarrow{\Delta} FeS_{(s)}$$

يتفاعل الحديد مع الكبريت ويتكون كبريتيد حديد II بينما عند تفاعله مع الكلور يعطي كلوريد حديد III وليس كلوريد حديد II ... علل ؟

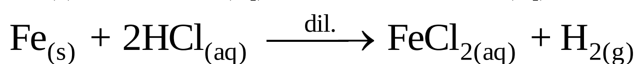
لأن الكلور عامل مؤكسد قوي يحول كلوريد الحديد II إلى كلوريد حديد III

(٤) مع الأحمـاض :

يذوب الحديد في الأحماض المعدنية المخففة ليعطي أملاح الحديد (II) ولا يتكون أملاح الحديد (III) ... علل ؟ لأن الهيدروچين الناتج يختزلها

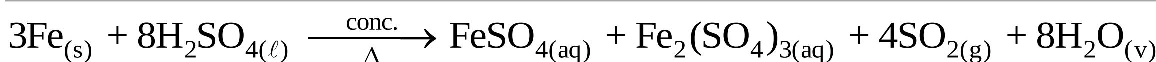


$$Fe_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{dil.} FeSO_{4(aq)} + H_{2(g)}$$



$$Fe_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil.} FeCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

- يتفاعل الحديد مع حمض الكبريتيك المركز ليعطي كبريتات حديد (II) وكبريتات حديد (III) وثاني أكسيد الكبريت وماء



$$3Fe_{(s)} + 8H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{conc.} FeSO_{4(aq)} + Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 4SO_{2(g)} + 8H_2O_{(v)}$$

يسبب حمض النيتريك المركز خمولاً ظاهرياً للحديد ... **علل** ؟

لتكون طبقة رقيقة من الأكسيد على سطح الفلز تحميه من استمرار التفاعل.

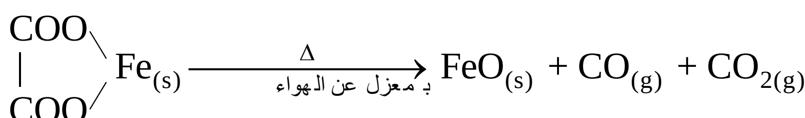
ملحوظـة :	يمكن إزالة الحديد الخامل (**الصدأ**) بالحك أو باستخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف.

أكاسيـد الحديـد :

أولاً أكسيـد الحديـد (II) (FeO) :

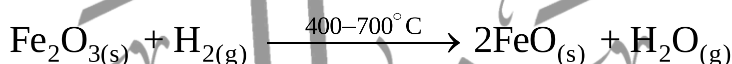
تحضيـره :

(١) بتسخين أوكسالات الحديد بمعزل عن الهواء.

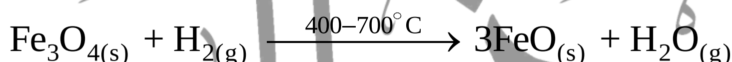


$$\begin{matrix}COO\\|\\COO\end{matrix} Fe_{(s)} \xrightarrow[\text{بمعزل عن الهواء}]{\Delta} FeO_{(s)} + CO_{(g)} + CO_{2(g)}$$

(٢) باختزال الأكاسيد الأعلى مثل أكسيد الحديد (III) ، وأكسيد الحديد المغناطيسي بالهيدروچين أو أول أكسيد الكربون.



$$Fe_2O_{3(s)} + H_{2(g)} \xrightarrow{400-700^\circ C} 2FeO_{(s)} + H_2O_{(g)}$$



$$Fe_3O_{4(s)} + H_{2(g)} \xrightarrow{400-700^\circ C} 3FeO_{(s)} + H_2O_{(g)}$$

※ **حاول استخدام أول أكسيد الكربون بدلاً من الهيدروجين في المعادلتين السابقتين ؟**

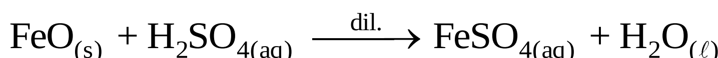
خواصـه :

١- مسحوق أسود لا يذوب في الماء

٢- يتأكسد بسهولة في الهواء الساخن

$$4FeO_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_{3(s)}$$

٣- يتفاعل مع الأحماض المعدنية المخففة منتجاً أملاح الحديد (II) والماء.

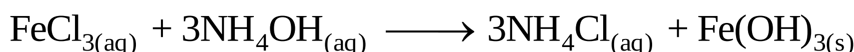


$$FeO_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{dil.} FeSO_{4(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

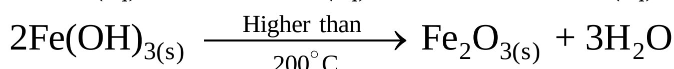
ثانياً أكسيـد الحديـد (III) (Fe_2O_3) :

تحضيـره :

١- بإضافة محلول قلوي إلى أحد محاليل أملاح الحديد (III) يترسب هيدروكسيد الحديد (III) (بني محمر) وعند تسخين هيدروكسيد الحديد (III) عند درجة أعلى من (200°C) يتحول إلى أكسيد حديد (III) وماء.

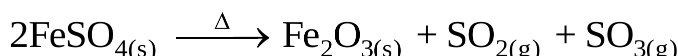


$$FeCl_{3(aq)} + 3NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow 3NH_4Cl_{(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$$



$$2Fe(OH)_{3(s)} \xrightarrow[200^\circ C]{\text{Higher than}} Fe_2O_{3(s)} + 3H_2O$$

٢- عند تسخين كبريتات الحديد (II) ينتج أكسيد الحديد (III) وخليط من ثاني وثالث أكسيد الكبريت

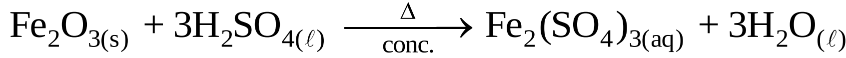


$$2FeSO_{4(s)} \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_{3(s)} + SO_{2(g)} + SO_{3(g)}$$

وجــوده : يوجد في الطبيعة في خام الهيماتيت

خواصـه :

(١) لا يذوب في الماء.
(٢) يستخدم كلون أحمر في الدهانات.
(٣) يتفاعل مع الأحماض المركزة الساخنة ليتكون أملاح الحديد (III) والماء.



$$Fe_2O_{3(s)} + 3H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow[conc.]{\Delta} Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 3H_2O_{(\ell)}$$

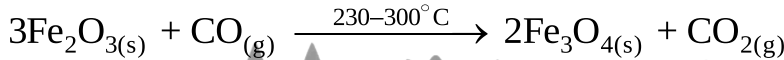
ثالثاً أكسيــد الحديــد الأســود (المغناطيســي) (Fe_3O_4) :

وجــوده :

يوجد في الطبيعة ويعرف بالمجنيتيت وهو أكسيد مختلط من أكسيدي حديد (II) وحديد (III)

تحضيـره :

١- من الحديد المسخن لدرجة الاحمرار بفعل الهواء أو بخار الماء.
٢- بـاختزال أكسـيد الحديـد (III) بواسـطة الهيـدروچين أو أول أكسـيد الكربـون عنـد درجـة حـرارة 230 – 300°C



$$3Fe_2O_{3(s)} + CO_{(g)} \xrightarrow{230\text{–}300^\circ C} 2Fe_3O_{4(s)} + CO_{2(g)}$$

خواصــه :

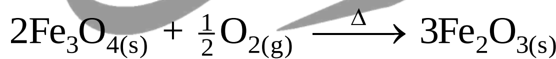
١- مغناطيس قوي.
٢- يتفاعل مع الأحماض المركزة الساخنة ليعطي أملاح حديد (II) ، وحديد (III) ... **علل ؟**

لأنه أكسيد مركب (مختلط) من أكسيدي حديد (II) وحديد (III)



$$Fe_3O_{4(s)} + 4H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow[conc.]{\Delta} FeSO_{4(aq)} + Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 4H_2O_{(\ell)}$$

٣- يتأكسد إلى أكسيد الحديد (III) عند تسخينه في الهواء.



$$2Fe_3O_{4(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 3Fe_2O_{3(s)}$$

العلامة 📖 تدل على كتاب المدرسة
العلامة 🗐 تدل على دليل التقويم

تقويـــم الــدرس الثــاني

١ اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات الآتية :

(١) عمليات تقليص حجم خامات الحديد للحصول على الحجم المناسب لعمليات الاختزال.
(٢) عمليات ربط وتجميع حبيبات خامات الحديد في أحجام أكبر تكون متماثلة ومتجانسة لتناسب عمليات الاختزال. **(مصر أول ٠١)**
(٣) عمليات تجرى بهدف زيادة نسبة الحديد وذلك بفصل الشوائب والمواد غير المرغوب فيها عن الخامات والتي تكون متحدة معها كيميائياً أو مختلطة بها.
(٤) 🗐 تسخين خامات الحديد في الهواء بشدة للتخلص من الرطوبة ورفع نسبة الحديد بها. **(مصر ثان ٠٢ ، مصر ثان ٠٣)**
(٥) الفرن الذي يستخدم أول أكسيد الكربون كعامل مختزل لإنتاج الحديد.
(٦) الفرن الذي يستخدم الغاز المائي كعامل مختزل لإنتاج الحديد.
(٧) سبيكة ناتجة من إدخال ذرة فلز صغير الحجم في المسافات البينية لذرة فلز أخر كبير الحجم.
(٨) 🗐 نوع من السبائك يحدث عندما تكون ذرات السبيكة لها نفس القطر والخواص الكيميائية والشكل البلوري. **(مصر أول ٠٤)**
(٩) ✍ 🗐 السبيكة المتكونة عندما تتحد العناصر المكونة لها إتحاداً كيميائياً.
(١٠) تكون طبقة رقيقة من الأكسيد على سطح الفلز تحميه من استمرار التفاعل.

---

٢ اكتب الاسم الكيميائي أو العلمي للعنصر أو المركب أو المخلوط التالي:

(١) أول عناصر الجدول الدوري وفرة في القشرة الأرضية.
(٢) ثاني عناصر الجدول الدوري وفرة في القشرة الأرضية.
(٣) ثالث عناصر الجدول الدوري وفرة في القشرة الأرضية.
(٤) رابع عناصر الجدول الدوري وفرة في القشرة الأرضية.
(٥) عنصر لا يوجد بشكل حُر إلا في النيازك.
(٦) أحد خامات الحديد لونه أحمر داكن وسهل الاختزال ويوجد في الجزء الغربي لمدينة أسوان والواحات البحرية.
* من أكاسيد الحديد ناتج من تسخين هيدروكسيد الحديد III عند أعلى من 200°C
* من أكاسيد الحديد ناتج من تسخين كبريتات الحديد II بشدة.

(٧) أحد خامات الحديد أصفر اللون وسهل الاختزال ويوجد في الواحات البحرية.
(٨) أحد خامات الحديد أسود اللون وله خواص مغناطيسية ويوجد في الصحراء الشرقية.
* 🗐 أكسيد مركب ينتج من تفاعل الحديد المُسخن لدرجة الاحمرار مع الهواء أو بخار الماء الساخن.
* أكسيد مركب (مختلط) من أكسيدي حديد (II) وحديد (III)
* أكسيد ناتج من أكسدة أكسيد الحديد II واختزال أكسيد الحديد III

(٩) أحد خامات الحديد لونه رمادي مصفر وسهل الاختزال.
(١٠) العامل المختزل في الفرن العالي.
(١١) العامل المختزل في فرن مدركس.
* خليط من الهيدروجين وأول أكسيد الكربون.

(١٢) خليط من النحاس والخارصين يُستخدم في تغطية المقابض الحديدية بطريقة الترسيب الكهربي.
(١٣) أشهر أنواع السبائك البينية.
(١٤) سبيكة استبدالية تُستخدم في صناعة الصلب الذي لا يصدأ.

(١٥) سبيكة مركبات الألومنيوم والنيكل البينفلزية.
(١٦) مُركب ناتج من تسخين الحديد مع غاز الكلور.
(١٧) مُركب ناتج من تسخين الحديد مع الكبريت.
(١٨) مُركب ناتج من ذوبان الحديد في حمض الكبريتيك المُخفف.
(١٩) مُركب ناتج من ذوبان الحديد في حمض الهيدروكلوريك المُخفف.
(٢٠) حمض يُسبب خمولاً ظاهرياً للحديد.
(٢١) حمض يُستخدم في إزالة صدأ الحديد.
(٢٢) من أكاسيد الحديد ناتج من تسخين أوكسالات الحديد بمعزل عن الهواء
✲ من أكاسيد الحديد ناتج من اختزال أكسيد الحديد III وأكسيد الحديد المغناطيسي بواسطة الهيدروجين أو أول أكسيد الكربون عند درجة حرارة من 400 – 700°C
(٢٣) محلول ملح ناتج من تفاعل أكسيد الحديد II مع حمض الكبريتيك المُخفف.
(٢٤) محلول ملح ناتج من تفاعل أكسيد الحديد III مع حمض الكبريتيك المُركز.

---

٣ علل لما يأتي :

(١) تجرى عملية التكسير لتحسين الخواص الفيزيائية والميكانيكة لخامات الحديد.
(٢) لا يمكن استخدام الخام الناعم الناتج عمليات التكسير والطحن وعن عمليات تنظيف غازات الأفران العالية في الأفران العالية مباشرة.
(٣) تجرى عمليات التركيز بعد عمليات التلبيد التكسير لتحسين الخواص الفيزيائية والميكانيكة لخامات الحديد.
(٤) أهمية التحميص لتحسين الخواص الكيميائية لخامات الحديد.
(٥) استخدام فحم الكوك في الفرن اللافح (العالي). **(مصر أول ٩٥)**
(٦) استخدام الغاز الطبيعي في فرن مدركس.
(٧) إدخال فلز حجم ذراته أقل من حجم ذرات الفلز النقي في المسافات البينية للشبكة البللورية للفلز الأصلي لتكوين السبائك البينية.
(٨) سبيكة الحديد والكروم في الصلب الذي لا يصدأ من السبائك الاستبدالية. **(مصر ثان ٠٧)**
✲ سبيكة الذهب والنحاس من السبائك الاستبدالية. **(مصر أول ٩٦)**
(٩) تختلف سبائك المركبات البينفلزية عن السبائك البينية والسبائك الاستبدالية.
(١٠) سبيكة الديور ألومين وسبيكة الرصاص والذهب من سبائك المركبات البينفلزية.
(١١) يفضل استخدام الحديد في صورة سبائك وليس في الصورة النقية.
(١٢) يتفاعل الحديد مع الكلور ويتكون كلوريد حديد III ولا يتكون كلوريد حديد II
(١٣) 📖 عند تفاعل الحديد مع الأحماض المعدنية المخففة تنتج أملاح الحديد II وليس أملاح الحديد III **(مصر ثان ٩٥)**
(١٤) 📖 يسبب حمض النيتريك المركز خمولاً ظاهرياً للحديد.
✲ لا يتفاعل الحديد مع حمض النيتريك المركز. **(مصر أول ٩٩)**
(١٥) يتفاعل أكسيد الحديد الأسود مع الأحماض المركزة الساخنة ليعطي أملاح حديد (II) ، وحديد (III)
(١٦) عند تفاعل بخار الماء مع الحديد المسخن لدرجة الاحمرار ثم إضافة حمض الهيدروكلوريك المركز إلى الناتج يتكون مخلوط من كلوريد الحديد (II) وكلوريد الحديد (III) **(مصر أول ٠٢)**

---

٤ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

(١) الحديد الناتج من المحول الأكسجيني هو حديد ....

Ⓐ زهر Ⓑ صلب Ⓒ إسفنجي Ⓓ غفل

(٢) يتم اختزال أكاسيد الحديد في فرن مدركس باستخدام .... **(مصر أول ٩٦ ، مصر أول ٠٠)**

Ⓐ غاز الهيدروجين فقط Ⓑ غاز أول أكسيد الكربون فقط

Ⓒ الغاز الطبيعي مباشرة Ⓓ خليط من أول أكسيد الكربون والهيدروجين

(٣) يتم اختزال خام الحديد بخليط من أول أكسيد الكربون والهيدروچين في ....

Ⓐ الفرن العالي Ⓑ فرن مدركس Ⓒ المحول الأكسجيني Ⓓ الفرن الكهربي

(٤) جميع المركبات التالية من خامات الحديد ، عدا ....

Ⓐ المجنتيت Ⓑ الليمونيت Ⓒ الديور ألومين Ⓓ الهيماتيت

(٥) يوجد الحديد بشكل حر في ....

Ⓐ السيدريت Ⓑ النيازك

Ⓒ الألومنيا Ⓓ صخور القشرة الأرضية

(٦) يحمص خام الحديد بتسخينه في الهواء وذلك لتحويله إلى ....

Ⓐ أكسيد حديد (III) Ⓑ كبريتات حديد (II)

Ⓒ كربونات حديد (II) Ⓓ كبريتيد حديد (II)

(٧) خام السيدريت هو ....

Ⓐ أكسيد الحديد المتهدرت Ⓑ أكسيد الحديد اللامائي

Ⓒ كربونات الحديد (II) Ⓓ أكسيد الحديد الأسود

(٨) تسمى سبيكة الألومنيوم والنيكل البينفلزية باسم ....

Ⓐ السيدريت Ⓑ السيمنتيت Ⓒ الديور ألومين Ⓓ الهيماتيت

(٩) الليمونيت أحد خامات الحديد الموجودة في الواحات البحرية والصيغة الكيميائية له ....

Ⓐ $Fe_2O_3.H_2O$ Ⓑ $Fe_2O_3.2H_2O$ Ⓒ $2Fe_2O_3.3H_2O$ Ⓓ $3FeO.2H_2O$

(١٠) سبيكة الذهب والنحاس من السبائك .... **(مصر ثان ٩٧ ، مصر ثان ٠١)**

Ⓐ البينية Ⓑ البينفلزية Ⓒ الاستبدالية Ⓓ (Ⓐ ، ب) معاً

(١١) نوع من السبائك تتحد فيه العناصر المكونة للسبيكة اتحاداً كيميائياً هي السبائك ....

Ⓐ البينية Ⓑ الاستبدالية Ⓒ المركبات البينفلزية Ⓓ (Ⓐ ، ب) معاً

(١٢) سبيكة الحديد والكروم من السبائك ....

Ⓐ البينية Ⓑ الاستبدالية Ⓒ المركبات البينفلزية Ⓓ (Ⓐ ، ج) معاً

(١٣) سبيكة الصلب الذي لا يصدأ تتكون من حديد و .... **(تجريبي ١٠)**

Ⓐ كروم Ⓑ فاناديوم ومنجنيز

Ⓒ سكانديوم وسيلكون Ⓓ خارصين وتيتانيوم

(١٤) يتفاعل الحديد الساخن لدرجة الاحمرار مع الهواء ليتكون ....

Ⓐ أكسيد الحديد (III) Ⓑ أكسالات الحديد (II)

Ⓒ أكسيد الحديد (II) Ⓓ الأكسيد الأسود

(١٥) عند إمرار بخار الماء فوق الحديد الساخن يتكون .... (السودان أول ٩٢)

Ⓐ خليط من Fe_2O_3 ، Fe_3O_4 Ⓑ FeO

Ⓙ Fe_3O_4 Ⓓ Fe_2O_3

عند تفاعل الحديد مع حمض الكبريتيك المخفف تنتج كبريتات حديد (II) وليس كبريتات حديد (III) لأن ....

Ⓐ أيون الحديد (II) أكثر استقراراً Ⓑ الهيدروجين الناتج عامل مختزل

Ⓙ حمض الكبريتيك المخفف عامل مؤكسد Ⓓ أيون الحديد (III) غير ثابت

(١٦) عند تفاعل الحديد مع حمض الكبريتيك المخفف ينتج .... (مصر أول ٠٧)

Ⓐ كبريتات حديد (II) وماء Ⓑ كبريتات حديد (III) وماء

Ⓙ كبريتات حديد (II) وهيدروچين Ⓓ كبريتات حديد (III) وهيدروچين

(١٧) عند تفاعل الحديد مع الأحماض المخففة يتكون ....

Ⓐ أملاح حديد (II) Ⓑ أملاح حديد (III) Ⓙ خليط منهما Ⓓ لا توجد إجابة صحيحة

(١٨) عند تفاعل الحديد مع غاز الكلور يتكون ....

Ⓐ كلوريد حديد (II) Ⓑ كلوريد حديد (III) Ⓙ خليط منهما Ⓓ لا توجد إجابة صحيحة

(١٩) عند تفاعل الحديد مع الكبريت يعطي ....

Ⓐ $Fe_2(SO_4)_3$ Ⓑ $FeSO_4$ Ⓙ Fe_2S_3 Ⓓ FeS

(٢٠) عند إضافة حمض النيتريك المركز إلى الحديد تتكون .... (مصر ثان ٠٧)

Ⓐ نترات الحديد (II) وهيدروجين Ⓑ نترات الحديد (III) وماء وأكسيد النيتريك

Ⓙ نترات الحديد (III) وماء Ⓓ طبقة من الأكسيد غير مسامية

(٢١) عند تسخين هيدروكسيد الحديد (III) لدرجة أعلى من 200°C ينتج .... (مصر أول ٠٦)

Ⓐ أكسيد حديد (II) Ⓑ أكسيد حديد مغناطيسي

Ⓙ أكسيد الحديد (III) Ⓓ هيدروكسيد الحديد (II)

(٢٢) عند تفاعل الحديد مع حمض الهيدروكلوريك المخفف ينتج ....

Ⓐ كلوريد حديد (II) وماء Ⓑ كلوريد حديد (III) وماء

Ⓙ كلوريد حديد (II) وهيدروجين Ⓓ كلوريد حديد (III) وهيدروجين

(٢٣) يتفاعل أكسيد الحديد (III) مع الأحماض المركزة الساخنة ويعطي ....

Ⓐ أملاح حديد (II) وماء Ⓑ أملاح حديد (III) وماء

Ⓙ أملاح حديد (II) وهيدروجين Ⓓ أملاح حديد (III) وهيدروجين

(٢٤) عند تسخين أكسيد الحديد المغناطيسي في الهواء يتأكسد إلى .... (مصر ثان ٠٧)

Ⓐ أكسيد حديد (II) Ⓑ هيدروكسيد الحديد (II)

Ⓙ أكسيد الحديد (III) Ⓓ هيدروكسيد الحديد (III)

(٢٥) أكسيد الحديد الأسود أكسيد مختلط لذلك عند تفاعله مع الأحماض المركزة الساخنة يعطي ....

Ⓐ أملاح حديد (II) Ⓑ أملاح حديد (III)

Ⓙ (Ⓐ ، ب) معاً Ⓓ أكسيد حديد (III)

(٢٦) عند اختزال أكسيد الحديد المغناطيسي عند درجة حرارة من 400 – 700°C ينتج ....

Ⓐ Fe Ⓑ FeO Ⓙ Fe_2O_3 Ⓓ $FeSO_4$

(٢٧) يتفاعل (FeO) مع الأحماض المخففة منتجاً ....

Ⓐ ملح الحديد (II) فقط
Ⓑ ملح الحديد (III) فقط
Ⓒ ملح الحديد (II) وماء
Ⓓ ملح الحديد (III) وماء

(٢٨) عند تسخين كبريتات حديد (II) ينتج أكسيد حديد (III) ، وثاني أكسيد الكبريت و ....

Ⓐ الهيدروجين
Ⓑ الماء
Ⓒ ثالث أكسيد الكبريت
Ⓓ كبريتيد الهيدروجين

(٢٩) عند تفاعل أكسيد الحديد المغناطيسي مع حمض الكبريتيك المركز الساخن ينتج ....

Ⓐ كبريتات حديد (II)
Ⓑ كبريتات حديد (III) وماء
Ⓒ كبريتات حديد (II) ، (III) وهيدروجين
Ⓓ كبريتات حديد (II) ، (III) وماء

(٣٠) عند إمرار بخار الماء الساخن على الحديد المسخن لدرجة الاحمرار ينتج هيدروجين و ....

Ⓐ $Fe(OH)_2$
Ⓑ FeO
Ⓒ Fe_2O_3
Ⓓ Fe_3O_4

(٣١) بتسخين أكسالات الحديد (II) بمعزل عن الهواء ينتج ....

Ⓐ أكسيد حديد مغناطيسي
Ⓑ أكسيد حديد (II)
Ⓒ أكسيد حديد (III)
Ⓓ كربونات حديد (II)

(٣٢) تتكون السبائك الاستبدالية من عناصر مثل الذهب مع النحاس ويتوافر لها الشروط التالية ....

Ⓐ تتشابه في الخواص الكيميائية
Ⓑ لها نفس الشكل البلوري
Ⓒ لها نفس الحجم تقريباً
Ⓓ جميع ما سبق

(٣٣) يمكن الحصول على كلوريد الحديد (III) بـ ....

Ⓐ تفاعل حمض (HCl) المخفف مع الحديد
Ⓑ امرار غاز الكلور على الحديد الساخن
Ⓒ امرار غاز الهيدروجين في محلول كلوريد الحديد (II)
Ⓓ امرار غاز كبريتيد الهيدروجين في محلول كلوريد الحديد (II)

---

٥ اكتب المعادلات الكيميائية المتزنة التي تعبر عن كل من :

(١) إمرار الهواء الساخن على الحديد المسخن لدرجة الاحمرار. (مصر أول ٩٦)

(٢) إمرار غاز الكلور على حديد مسخن للاحمرار. (مصر أول ٠٩)

(٣) اتحاد الحديد مع الكبريت الزهر بالتسخين. (الأزهر ٩٠)

(٤) تفاعل الحديد مع حمض الكبريتيك المخفف. (الأزهر ٩٠)

(٥) تفاعل الحديد مع حمض الكبريتيك المركز.

(٦) التسخين الشديد لأكسالات حديد (II) بمعزل عن الهواء. (مصر أول ٠٧)

(٧) اختزال أكسيد الحديد (III) بالهيدروچين.

(٨) تسخين أكسيد الحديد (II) في الهواء.

(٩) إضافة حمض الكبريتيك إلى أكسيد الحديد (II)

(١٠) تسخين هيدروكسيد الحديد (III) لأعلى من 200°C (مصر أول ٠٦)

(١١) التسخين الشديد لكبريتات الحديد (II) (مصر ثان ٠٥ ، مصر ثان ٠٧)

(١٢) 🕮 إضافة حمض الكبريتيك المركز الساخن على أكسيد الحديد (III) [الهيماتيت] (مصر ثان ٠٢)

(١٣) إمرار بخار الماء على الحديد المسخن لدرجة الاحمرار. (مصر أول ٠٥ ، مصر ثان ٠٩)

(١٤) 🕮 تسخين أكسيد الحديد الأسود في الهواء. (مصر ثان ٠٠)

(١٥) اختزال خام الهيماتيت في فرن مدركس.

(١٦) اختزال ثاني أكسيد الكربون بفحم الكوك.

(١٧) تأثير حمض الكبريتيك المركز الساخن على أكسيد الحديد الأسود Fe_3O_4

(١٨) إضافة حمض الكبريتيك المركز لناتج تسخين الحديد في الهواء لدرجة الاحمرار. (مصر أول ٠٨)

(١٩) إضافة هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول كلوريد الحديد (III) ثم تسخين المركب الناتج بشدة. (مصر ثان ٩٦)

(٢٠) إمرار غاز أول أكسيد الكربون عند درجة حرارة من 230° : 300°C على ناتج تفاعل أكسيد الحديد (II) مع الهواء الساخن. (مصر ثان ٠٨)

(٢١) تفاعل غاز الكلور مع الحديد الساخن ثم إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى الناتج.

---

٦ وضح بالمعادلات الكيميائية المتزنة كيف تحصل على :

(١) أكسيد الحديد (III) من أكسيد الحديد المغناطيسي. (مصر ثان ٠٦)

(٢) أكسيد حديد (III) من السيدريت. (مصر أول ٠١)

(٣) الحديد من السيدريت.

(٤) أكسيد الحديد (III) من الليمونيت.

(٥) الحديد من الليمونيت.

(٦) كلوريد الحديد (III) من الحديد.

(٧) كلوريد حديد (II) من برادة الحديد. (مصر ثان ٠٠)

(٨) أكسيد حديد (III) من كبريتات حديد (II) (مصر ثان ٩٦)

(٩) أكسيد حديد (III) من أوكسالات حديد (II) (مصر أول ٩٥)

(١٠) كبريتات حديد (II) من أوكسالات حديد (II)

(١١) هيدروكسيد حديد (III) من الحديد.

(١٢) أكسيد حديد (II) من الحديد

(١٣) أكسيد الحديد (III) من كلوريد حديد (III)

(١٤) الحديد من كبريتات الحديد (II)

(١٥) كبريتيد الحديد (II) من أكسيد الحديد المغناطيسي

(١٦) كبريتيد الحديد (II) من أكسيد حديد (III)

(١٧) أكسيد حديد مغناطيسي من كبريتات الحديد (II)

(١٨) أكسيد الحديد (II) من هيدروكسيد الحديد (III)

(١٩) كبريتات الحديد (II) من الحديد

(٢٠) هيدروكسيد الحديد (II) من أكسيد الحديد (II)

(٢١) هيدروكسيد الحديد (III) من أكسيد الحديد (III) (مصر ثان ٩٨)

(٢٢) الحديد من أوكسالات الحديد (II) (مصر أول ٩٤)

(٢٣) خليط الاختزال المستخدم في فرن مدركس من الغاز الطبيعي. (مصر أول ٠١)

---

٧ اذكر استخدام أو دور أو أهمية كل من :

(١) عملية تجهيز خامات الحديد.
(٢) عمليات التكسير.
(٣) عمليات التلبيد.
(٤) عمليات التركيز.
(٥) خاصية التوتر السطحي.
* الفصل المغناطيسي.
* الفصل الكهربي.
(٦) عملية التحميص.
(٧) خام السيدريت (كربونات الحديد II)
(٨) خام الليمونيت (أكسيد الحديد III المتهدرت)
(٩) عملية اختزال خامات الحديد.
(١٠) الفرن العالي.
(١١) فرن مدركس.
(١٢) فحم الكوك في الفرن العالي. **(مصر أول ٩٥)**
(١٣) الغاز الطبيعي في فرن مدركس. **(مصر أول ٠٤ ، تجريبي ١٠)**
(١٤) أول أكسيد الكربون في الفرن العالي.
(١٥) الغاز المائي في فرن مدركس **(الأزهر ٩٠)**
(١٦) عملية انتاج الحديد.
(١٧) الفرن الكهربي.
* الفرن المفتوح.
* المحول الأكسجيني.
(١٨) عملية الصهر.
(١٩) عملية الترسيب الكهربي.
(٢٠) الهيدروجين الناتج من تفاعل الحديد مع الأحماض المخففة.
(٢١) أكسيد الحديد (II)
(٢٢) أكسيد الحديد (III)
(٢٣) أكسيد الحديد المغناطيسي.

---

٨ قارن بين كل من :

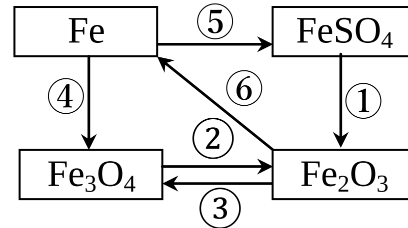
(١) الهيماتيت والمجنتيت. **من حيث :** «اللون – الاسم العلمي – الصيغة الكيميائية» **(الأزهر ٩٨)**
(٢) السيدريت والليمونيت. **من حيث :** «اللون – الاسم العلمي – الصيغة الكيميائية»
(٣) الفرن العالي وفرن مدركس **من حيث :**
(أ) الشحنة. **(مصر أول ٠٢)** (ب) العامل المختزل **(مصر ثان ٠٧)**
(٤) السبائك البينية والاستبدالية.
(٥) السبائك الاستبدالية والبينفلزية. **(مصر أول ٠٦ ، مصر أول ١٠)**
(٦) ناتج تفاعل برادة الحديد مع حمض الكبريتيك المخفف وحمض الكبريتيك المركز

---

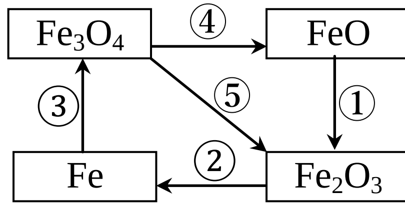
٩ كيف تميز عملياً بين كلاً من :

(١) حمض الكبريتيك المخفف وحمض الكبريتيك المركز باستخدام برادة حديد. **(مصر أول ٩٢)**
(٢) حمض الكبريتيك المركز وحمض النيتريك المركز.

١٠ اكتب المعادلات الكيميائية التي تعبر عن المخططات التالية :



المخطط الأول 📖



المخطط الثاني 📖

---

١١ ماذا يحدث عند :

(١) تسخين خام السيدريت [كربونات الحديد (II)] بشدة في الهواء.

(٢) تسخين خام الليمونيت [أكسيد الحديد (III) المتهدرت] بشدة في الهواء.

(٣) تسخين الغاز الطبيعي مع خليط من ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء.

(٤) إمرار فحم الكوك على كمية محدودة من الأكسجين.

(٥) إدخال فلز حجم ذراته أصغر من حجم ذرات الفلز النقي في المسافات البينية في الشبكة البللورية للفلز الأصلي.

(٦) إمرار الهواء على الحديد الساخن لدرجة الإحمرار.

(٧) إمرار بخار على الماء الحديد الساخن لدرجة الإحمرار.

(٨) إمرار غاز الكلور على الحديد الساخن.

(٩) تسخين خليط من برادة الحديد ومسحوق الكبريت.

(١٠) 📖 تسخين أوكسالات الحديد (II) بمعزل عن الهواء.

(١١) تسخين أكسيد الحديد (II) في الهواء.

(١٢) 📖 تسخين هيدروكسيد الحديد (III) إلى أعلى من 200°C

(١٣) 📖 تسخين كبريتات الحديد (II) تسخيناً شديداً.

(١٤) 📖 تفاعل الهيماتيت مع حمض الكبريتيك المركز الساخن.

(١٥) 📖 تسخين أكسيد الحديد المغناطيسي بشدة في الهواء.

(١٦) 📖 اختزال أكسيد الحديد (III) بالهيدروچين.

---

١٢ أسئلة متنوعة :

(١) اكتب معادلة التفاعل لحمض قوي مثل حمض الهيدروكلوريك مع Fe_3O_4

(٢) **لديك المواد** التالية : (برادة حديد – غاز الكلور – غاز أول أكسيد الكربون – حمض الهيدروكلوريك المخفف – حمض كبريتيك مركز – محلول الأمونيا – ماء مقطر – لهب بنزن)

وضح بالمعادلات الرمزية المتزنة كيف تحصل على كل من :

(أ) أكسيد الحديد (III) (ب) هيدروكسيد الحديد (II) **(تجريبي ١٠)**

(جـ) أكسيد حديد أسود (ء) كبريتات حديد (II)

الباب الثاني التحليل الكيميائي

التحليل الكيميائي Chemical Analysis

يعتبر التحليل الكيميائي أحد فروع علم الكيمياء الهامة الذي ساهم بدور كبير في تقدم هذا العلم، كما لعب دوراً كبيراً في تطور المجالات العلمية المختلفة مثل الطب، والزراعة والصناعات الغذائية والبيئية ... وغيرها.

دور التحليل الكيميائي في تطوير المجالات العلمية المختلفة :

المجال	الدور
الطـب	① تسهيل مهمة الطبيب في تشخيص الأمراض والعلاج. **مثل :** تقدير نسب السكر والزلال والبولينا والكوليسترول ... وغيرها. ② تقدير كمية المكونات الفعالة في الدواء.
الزراعـة	① تحسين خواص التربة – المحاصيل – من حيث الحموضة والقاعدية ونوع ونسب العناصر الموجودة بها. ② معالجة التربة بإضافة الأسمدة المناسبة.
الصناعـة	يستخدم التحليل الكيميائي للخامات والمنتجات في الصناعات لتحديد مدى مطابقتها للمواصفات القياسية.
الخدمة البيئية	① معرفة وقياس محتوى المياه والأغذية من الملوثات البيئية الضارة. ② معرفة نسب غازات أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين في الجو.

ملحوظة :	لو أن لديك عينة من مادة ما يراد تحليلها كيميائياً فيجب التعرف على نوع العناصر المكونة لها ونسب كل عنصر وكيف تترابط هذه العناصر مع بعضها إلى أن تصل إلى الصيغة الجزيئية للمادة، أو لمجموعة المركبات المكونة للمادة إن كانت مخلوطاً.

أنواع التحليل الكيميائي :

التحليل الكيفي (**الوصفي أو النوعي**) Qualitative Analysis	**التحليل الكمي** Quantitative Analysis
يهدف إلى التعرف على مكونات المادة سواء كانت نقية (ملحاً بسيطاً) أو مخلوطاً من عدة مواد.	يهدف إلى تقدير نسبة كل مكون من المكونات الأساسية للمادة.

لا بد من إجراء عمليات التحليل الكيفي أولاً قبل التحليل الكمي ... **علل** ؟

للتعرف على مكونات المادة حتى يمكن اختيار أنسب الطرق لتحليلها كمياً.

أولاً : التحليل الوصفي (الكيفي أو النوعي) Qualitative Analysis

الهـدف منـه :

التعرف على مكونات المادة سواء كانت مادة نقية (ملحاً بسيطاً) أو مخلوطاً من عدة مواد، فإذا كانت المادة :

① **نقية :** يمكن التعرف عليها من ثوابتها الفيزيائية **مثل :** درجة الانصهار ودرجة الغليان والكتلة المولية .. إلخ

② **مخلوطاً :** يجب أولاً إجراء فصل المواد النقية كُل على حدة ثم نكشف عنها بالطرق الكيميائية باستخدام الكواشف المناسبة.

وعلى ذلك فـ **التحليل الكيميائي الوصفي : عبارة عن سلسلة من التفاعلات المختارة المناسبة تجرى للكشف عن نوع المكونات الأساسية لمادة على أساس التغيرات الحادثة في هذه التفاعلات.**

ويضم التحليل الكيميائي الوصفي فرعين :

تحليل المركبات العضوية	تحليل المركبات غير العضوية
تحليل يتم فيه الكشف عن العناصر والمجموعات الوظيفية الموجودة بغرض التعرف على المركب.	تحليل يتم فيه التعرف على الأيونات التي يتكون منها المركب غير العضوي، ويشمل الكشف عن الكاتيونات (الشق القاعدي) والأنيونات (الشق الحامضي)

سنكتفي في دراسة التحليل الوصفي على الكشف عن الكاتيونات والأنيونات في المركبات غير العضوية.

(أ) الكشف عن الأنيونات (الشق الحامضي)

نتيجة اختلاف الأحماض في درجات غليانها فإنها تختلف في درجة ثباتها (تطايرها) فكلما ارتفعت درجة غليان حمض بالنسبة للآخر كلما ارتفعت درجة ثباته ويكون أقل تطايراً والعكس صحيح.

الأساس العلمي للكشف عن الشق الحامضي لملح هو :

الأحماض الأكثر ثباتاً (الأقل تطايراً أو انحلالاً) تحل محل الأحماض الأقل ثباتاً (الأكثر تطايراً أو انحلالاً) في أملاحها.

حمض أكثر ثباتاً + ملح حمض أقل ثباتاً ⟵ ملح الحمض الأكثر ثباتاً + الحمض الأقل ثباتاً

ملحوظة :	الحمض الأقل ثباتاً الناتج يظهر في صورة غازات يمكن التعرف عليها بالكاشف المناسب ويفضل التسخين الهين الذي يساعد على طرد الغازات.

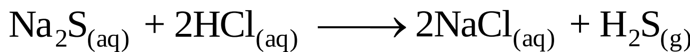
معلومات إثرائية هامة :

ويمكن تقسيم الأحماض تبعاً لثباتها إلى ثلاثة مجموعات :

① أحماض غير ثابتة	② أحماض متوسطة الثبات	③ أحماض ثابتة
الكربونيك H_2CO_3	الهيدروكلوريك HCl	الكبريتيك H_2SO_4
الكبريتوز H_2SO_3	الهيدروبروميك HBr	الفوسفوريك H_3PO_4
الهيدروكبريتيك H_2S	الهيدرويوديك HI	
الثيوكبريتيك $H_2S_2O_3$	النيتريك HNO_3	
النيتروز HNO_2		

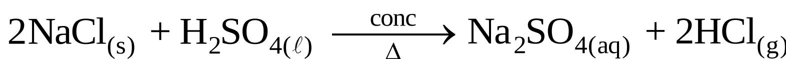
ملحوظة هامة في الجدول السابق :

① يمكن لحمض من أحماض المجموعة الثانية أن يطرد حمضاً من المجموعة الأولى من أملاحه.



$$Na_2S_{(aq)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2S_{(g)}$$

② كما أنه يمكن لحمض من المجموعة الثالثة أن يطرد حمضاً من المجموعة الأولى أو الثانية من أملاحه.



$$2NaCl_{(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{conc} Na_2SO_{4(aq)} + 2HCl_{(g)}$$

يمكن تقسيم الأنيونات إلى ثلاثة مجموعات لكل منها كاشف معين وهذه المجموعات هي :

(١) مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف HCl (dil)

(٢) مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز H_2SO_4 (conc)

(٣) مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم. $BaCl_{2(aq)}$

أولاً مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف HCl (dil) :

والجدول التالي يوضح مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف والحمض المشتق منها الأنيون

الأنيـــون	الكربونات CO_3^{2-}	البيكربونات HCO_3^-	الكبريتيت SO_3^{2-}	الكبريتيد S^{2-}	الثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}$	النيتريت NO_2^-
الحمض المُشتق منه	الكربونيك H_2CO_3		الكبريتوز H_2SO_3	الهيدروكبريتيك H_2S	الثيوكبريتيك $H_2S_2O_3$	النيتروز HNO_2

الأساس العلمي لهذا الكشف :

① حمض الهيدروكلوريك أكثر ثباتاً من الأحماض التي أُشتقت منها هذه الأنيونات.

② عند تفاعل حمض الهيدروكلوريك مع أملاح هذه الأنيونات يطرد هذه الأحماض الأقل ثباتاً – سهلة التطاير أو الانحلال – يمكن التعرف عليها بالكاشف المناسب ويفضل التسخين الهين ... **علل** ؟

لأنه يساعد على طرد الغازات.

يوضح الجدول التالي النواتج الغازية الناتجة من فعل حمض HCl المخفف على هذه الأنيونات والكشف عنها.

التجربة الأساسية : الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف

الأنيون ورمزه	الغاز الناتج والكشف عنه في التجربة الأساسية	تجارب تأكيدية للأنيون
الكربونات CO_3^{2-}	يحدث **فوران** ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي **يُعكر** ماء الجير الرائق $Na_2CO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)}$ **يمرر الغاز لفترة قصيرة short time** ... **علل** ؟ حتى لا تتحول كربونات الكالسيوم إلى بيكربونات الكالسيوم التي تذوب في الماء فيختفي الراسب. $CO_{2(g)} + Ca(OH)_{2(aq)} \xrightarrow{ST} CaCO_{3(s)} + H_2O_{(\ell)}$	محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم ← يتكون راسب أبيض على البارد يذوب في حمض الهيدروكلوريك ... **علل** ؟ $Na_2CO_{3(aq)} + MgSO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + MgCO_{3(s)}$ $MgCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_{2(aq)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)}$
ملحوظـــة :	جميع كربونات الفلزات لا تذوب في الماء، عدا كربونات الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم، وتذوب جميعها في الأحماض.	
البيكربونات HCO_3^-	يحدث **فوران** ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي **يُعكر** ماء الجير الرائق لفترة قصيرة. $NaHCO_{3(s)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)}$	محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم ← يتكون **راسب أبيض** بعد التسخين... **علل**؟ $2NaHCO_{3(aq)} + MgSO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + Mg(HCO_3)_{2(aq)}$ $Mg(HCO_3)_{2(aq)} \xrightarrow{\Delta} MgCO_{3(s)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)}$
ملحوظـــة :	جميع بيكربونات الفلزات تذوب في الماء	
الكبريتيت SO_3^{2-}	يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت ذي الرائحة النفاذة والذي **يُخضر** ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز ... **علل** ؟	محلول الملح + محلول نيترات الفضة ← يتكون **راسب أبيض يسود بالتسخين**... **علل** ؟ $Na_2SO_{3(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \longrightarrow 2NaNO_{3(aq)} + Ag_2SO_{3(s)}$

	$Na_2SO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} + SO_{2(g)}$ $K_2Cr_2O_{7(aq)} + 3SO_{2(g)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow K_2SO_{4(aq)} + Cr_2(SO_4)_{3(aq)} + H_2O_{(\ell)}$	
الكبريتيد S^{2-}	يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروچين ذي الرائحة الكريهة والذي **يسوّد** ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص (II) ... **علل ؟** $Na_2S_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2S_{(g)}$ $(CH_3COOH)_2Pb_{(aq)} + H_2S_{(g)} \longrightarrow 2CH_3COOH_{(aq)} + PbS_{(s)}$	محلول الملح + محلول نيترات الفضة ← يتكون **راسب أسود** ... **علل ؟** لتكون كبريتيد الفضة. $Na_2S_{(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \longrightarrow 2NaNO_{3(aq)} + Ag_2S_{(s)}$
الثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}$	يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت ويظهر راسب **أصفر** ... **علل ؟** نتيجة لتعلق الكبريت في المحلول. $Na_2S_2O_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} + SO_{2(g)} + S_{(s)}$	محلول الملح + محلول اليود ← **يزول** لون اليود **البني** ... **علل ؟** $2Na_2S_2O_{3(aq)} + I_{2(aq)} \longrightarrow Na_2S_4O_{6(aq)} + 2NaI_{(aq)}$ **رباعي ثيونات الصوديوم**
النيتريت NO_2^-	يتصاعد غاز أكسيد النيتريك عديم اللون الذي يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى اللون البني المحمر ... **علل ؟** $NaNO_{2(s)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + HNO_{2(aq)}$ $3HNO_{2(aq)} \longrightarrow HNO_{3(aq)} + H_2O_{(\ell)} + 2NO_{(g)}$ $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$	محلول الملح + محلول برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز ← **يزول اللون البنفسجي** للبرمنجنات ... **علل ؟** $5NaNO_{2(aq)} + 2KMnO_{4(aq)} + 3H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 5NaNO_{3(aq)} + K_2SO_{4(aq)} + 2MnSO_{4(aq)} + 3H_2O_{(\ell)}$

ثانياً مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز H_2SO_4 (conc) :

والجدول التالي يوضح مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز والحمض المشتق منها الأنيون

الأنيون	الكلوريد Cl^-	البروميد Br^-	اليوديد I^-	النيترات NO_3^-
الحمض المُشتق منه	الهيدروكلوريك HCl	الهيدروبروميك HBr	الهيدرويوديك HI	النيتريك HNO_3

الأساس العلمي لهذا الكشف :

① حمض الكبريتيك المركز أكثر ثباتاً من الأحماض التي أُشتقت منها هذه الأنيونات.

② عند تفاعل حمض الكبريتيك المركز مع أملاح هذه الأنيونات ثم التسخين نشاهد انفصال هذه الأحماض الأقل ثباتاً – سهلة التطاير أو الانحلال – في صورة غازية يمكن الكشف عنها بالكواشف المناسبة.

التجربة الأساسية : الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز ثم التسخين إذا لزم الأمر

الأنيون ورمزه	الغاز الناتج والكشف عنه	تجارب تأكيدية للأنيون
الكلوريد Cl^-	يتصاعد غاز كلوريد الهيدروچين عديم اللون والذي يكون **سحباً بيضاء** مع ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر ... **علل** ؟ $2NaCl_{(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{conc} Na_2SO_{4(aq)} + 2HCl_{(g)}$ $HCl_{(g)} + NH_{3(g)} \longrightarrow NH_4Cl_{(s)}$	محلول الملح + محلول نيترات الفضة ← يتكون **راسب أبيض** ... **علل** ؟ لتكون كلوريد الفضة يصير **بنفسجياً** عند تعرضه للضوء – **يذوب في محلول النشادر المركز.** $NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$
البروميد Br^-	يتصاعد غاز بروميد الهيدروچين عديم اللون يتأكسد جزئياً بفعل حمض الكبريتيك وتنفصل **أبخرة برتقالية حمراء** ... **علل**؟ لتكون البروم تسبب **إصفرار** ورقة مبللة بمحلول النشادر. $2NaBr_{(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{conc} Na_2SO_{4(aq)} + 2HBr_{(g)}$ $2HBr_{(g)} + H_2SO_{4(\ell)} \longrightarrow 2H_2O_{(\ell)} + SO_{2(g)} + Br_{2(v)}$	محلول الملح + محلول نيترات الفضة ← يتكون **راسب أبيض مصفر** ... **علل** ؟ لتكون بروميد الفضة يصير **داكناً** عند تعرضه للضوء – **يذوب ببطء في محلول النشادر المركز.** $NaBr_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgBr_{(s)}$
اليوديد I^-	يتصاعد غاز يوديد الهيدروچين عديم اللون يتأكسد جزء منه بسرعة بواسطة حمض الكبريتيك وتنفصل أبخرة اليود تظهر بلونها **البنفسجي** عند التسخين وتسبب **زُرقة** ورقة مبللة بمحلول النشا. $2KI_{(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{conc} K_2SO_{4(aq)} + 2HI_{(g)}$ $2HI_{(g)} + H_2SO_{4(\ell)} \longrightarrow 2H_2O_{(\ell)} + SO_{2(g)} + I_{2(v)}$	محلول الملح + محلول نيترات الفضة ← يتكون **راسب أصفر** ... **علل** ؟ لتكون يوديد الفضة – لا يذوب في محلول النشادر. $NaI_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgI_{(s)}$
النيترات NO_3^-	تتصاعد أبخرة بنية ... **علل** ؟ نتيجة لتحلل حمض النيتريك المُنفصل إلى ثاني أكسيد النيتروچين وتزداد كثافة الأبخرة البنية عند إضافة قليل من خراطة النحاس ... **علل** ؟ $2NaNO_{3(s)} + H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{conc} Na_2SO_{4(aq)} + 2HNO_{3(\ell)}$ $4HNO_{3(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{conc} 2H_2O_{(\ell)} + 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$ $Cu_{(s)} + 4HNO_{3(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{conc} Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2H_2O_{(\ell)} + 2NO_{2(g)}$	**اختبار الحلقة البنية** : محلول ملح النيترات + محلول حديث التحضير من كبريتات الحديد II + قطرات من حمض الكبريتيك المركز تضاف بحرص على السطح الداخلي لأنبوبة الاختبار فتتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض ومحاليل التفاعل ... **علل** ؟ تزول بالرج أو التسخين ... **علل** ؟ $2NaNO_{3(aq)} + 6FeSO_{4(aq)} + 4H_2SO_{4(\ell)} \xrightarrow{conc} 3Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + Na_2SO_{4(aq)} + 4H_2O_{(\ell)} + 2NO_{(g)}$ $FeSO_{4(aq)} + NO_{(g)} \rightarrow FeSO_4.NO_{(s)}$ مركب الحلقة البنية

ثالثاً مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم $BaCl_{2(aq)}$:

والجدول التالي يوضح مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم والحمض المشتق منها الأنيون

الأنيون	الفوسفات PO_4^{3-}	الكبريتات SO_4^{2-}
الحمض المُشتق منه	حمض الفوسفوريك H_3PO_4	حمض الكبريتيك H_2SO_4

الأساس العلمي لهذا الكشف :

أنيونات هذه المجموعة لا تتفاعل مع أياً من حمض HCl المخفف أو حمض H_2SO_4 المركز ولكن هذه الأنيونات تُعطي محاليل أملاحها راسب مع محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$

التجربة الأساسية : محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم

الأنيون ورمزه	التجربة الأساسية	تجارب تأكيدية للأنيون
الفوسفات PO_4^{3-}	يتكون **راسب أبيض** ... **علل** ؟ لتكون فوسفات الباريوم الذي يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف. $2Na_3PO_{4(aq)} + 3BaCl_{2(aq)} \longrightarrow 6NaCl_{(aq)} + Ba_3(PO_4)_{2(s)}$	محلول الملح + محلول نيترات الفضة ← يتكون **راسب أصفر** ... **علل** ؟ لتكون فوسفات الفضة الذي يذوب في كل من محلول النشادر وحمض النيتريك. $Na_3PO_{4(aq)} + 3AgNO_{3(aq)} \longrightarrow 3NaNO_{3(aq)} + Ag_3PO_{4(s)}$
الكبريتات SO_4^{2-}	يتكون راسب **أبيض** ... **علل** ؟ لتكون كبريتات الباريوم لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف. $Na_2SO_{4(aq)} + BaCl_{2(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + BaSO_{4(s)}$	محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص II يتكون راسب **أبيض** ... **علل** ؟ لتكون كبريتات الرصاص II $Na_2SO_{4(aq)} + (CH_3COO)_2Pb_{(aq)} \longrightarrow 2CH_3COONa_{(aq)} + PbSO_{4(s)}$

ب) الكشف عن الكاتيونات (الشق القاعدي) في الأملاح البسيطة

يعتبر الكشف عن الشق القاعدي أكثر تعقيداً من الكشف عن الشق الحامضي ... علل ؟

وذلك لكثرة عدد الشقوق القاعدية وللتداخل فيما بينها، علاوة على إمكانية وجود الشق الواحد في أكثر من حالة تأكسد مثل كاتيونات الحديد II (Fe^{2+}) ، وكاتيونات الحديد III (Fe^{3+})

الأساس العلمي للكشف عن الشق القاعدي لملح :

1. تقسم الشقوق القاعدية إلى ست مجموعات تسمى المجموعات التحليلية.
2. لكل مجموعة من الشقوق القاعدية كاشف معين يسمى بكاشف المجموعة.
3. يعتمد هذا التقسيم على اختلاف ذوبان أملاح هذه الكاتيونات (الفلزات) في الماء.

وسوف نتناول أمثلة من بعض هذه المجموعات التحليلية الست.

أولاً المجموعة التحليلية الأولى ($Ag^{+} - Hg^{+} - Pb^{2+}$) :

الأساس العلمي للكشف عن المجموعة التحليلية الأولى :

ترسب فلزات المجموعة التحليلية الأولى على هيئة كلوريدات ... **علل** ؟

لأنه بإضافة كاشف المجموعة (حمض الهيدركلوريك المخفف) يتكون كلوريدات فلزات المجموعة التحليلية الأولى وهي شحيحة الذوبان في الماء مثل كلوريدات الفضة (I) والزئبق (I) والرصاص (II)

ثانياً المجموعة التحليلية الثانية (Cu^{2+}) :

الأساس العلمي لهذا الكشف :

ترسب كاتيونات المجموعة التحليلية الثانية على هيئة كبريتيدات في الوسط الحامضي ويتم ذلك بإذابة الملح في الماء وإضافة حمض هيدروكلوريك مخفف ثم يمرر فيه غاز كبريتيد الهيدروچين... **علل** ؟

ليصير المحلول حامضياً وبالتالي يمكنها ترسيب كاتيونات المجموعة التحليلية الثانية على هيئة كبريتيدات.

الكشف عن أيون النحاس (II) :

محلول ملح النحاس (II) + كاشف المجموعة ($HCl + H_2S$) يتكون راسب أسود من كبريتيد النحاس (II) يذوب في حمض النيتريك الساخن.



$$CuSO_{4(aq)} + H_2S_{(g)} \longrightarrow H_2SO_{4(aq)} + CuS_{(s)}$$

ثالثاً المجموعة التحليلية الثالثة ($Al^{3+} - Fe^{2+} - Fe^{3+}$) :

الأساس العلمي في الكشف :

ترسب كاتيونات هذه المجموعة على هيئة هيدروكسيدات بإضافة هيدروكسيد الأمونيوم وذلك عندما لا تكون مختلطة بكاتيونات أخرى.

التجربة الأساسية : محلول الملح + كاشف المجموعة (هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH)

الكاتيون	تفاعله مع كاشف المجموعة	تجارب تأكيدية
الألومنيوم Al^{3+}	يتكون **راسب أبيض چيلاتيني** ... **علل** ؟ لتكون هيدروكسيد الألومنيوم **يذوب** في الأحماض المخففة وفي محلول الصودا الكاوية. $Al_2(SO_4)_{3(aq)} + 6NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow 3(NH_4)_2SO_{4(aq)} + 2Al(OH)_{3(s)}$	محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم ← يتكون **راسب أبيض چيلاتيني** من هيدروكسيد الألومنيوم **يذوب** في وفرة من هيدروكسيد الصوديوم ... **علل** ؟ لتكون ميتا ألومينات الصوديوم الذائبة في الماء. $Al_2(SO_4)_{3(aq)} + 6NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3Na_2SO_{4(aq)} + 2Al(OH)_{3(s)}$ $Al(OH)_{3(s)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaAlO_{2(aq)} + 2H_2O_{(\ell)}$

الحديد (II) Fe^{2+}	يتكون راسب **أبيض** يتحول إلى **أبيض مخضر** بالتعرض للهواء ويذوب في الأحماض. $FeSO_{4(aq)} + 2NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow (NH_4)_2SO_{4(aq)} + Fe(OH)_{2(s)}$	محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم ← يتكون راسب **أبيض مخضر** ... **علل** ؟ لتكون هيدروكسيد الحديد (II) $FeSO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + Fe(OH)_{2(s)}$
الحديد (III) Fe^{3+}	يتكون **راسب جيلاتيني** لونه **بني محمر** يذوب في الأحماض. $FeCl_{3(aq)} + 3NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow 3NH_4Cl_{(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$	محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم ← يتكون **راسب بني محمر** ... **علل** ؟ لتكون هيدركسيد الحديد (III) $FeCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3NaCl_{(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$

رابعاً المجموعة التحليلية الخامسة (Ca^{2+}) :

الأساس العلمي في الكشف :

ترسب كاتيونات هذه المجموعة على هيئة كربونات بإضافة محلول كربونات الأمونيوم.

التجربة الأساسية : محلول الملح + كاشف المجموعة (محلول كربونات الأمونيوم)

الكاتيون	تفاعله مع كاشف المجموعة	تجارب تأكيدية
الكالسيوم Ca^{2+}	يتكون **راسب أبيض** ... **علل** ؟ لتكون كربونات الكالسيوم يذوب في حمض HCl المخفف ويذوب أيضاً في الماء المحتوي على CO_2 ... **علل** ؟ $CaCl_{2(aq)} + (NH_4)_2CO_{3(aq)} \longrightarrow 2NH_4Cl_{(aq)} + CaCO_{3(s)}$ $CaCO_{3(s)} + H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)} \longrightarrow Ca(HCO_3)_{2(aq)}$	① محلول الملح + حمض كبريتيك مخفف يتكون **راسب أبيض** ... **علل** ؟ لتكون كبريتات الكالسيوم. $CaCl_{2(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2HCl_{(aq)} + CaSO_{4(s)}$ ② **الكشف الجاف :** كاتيونات الكالسيوم المتطايرة تُكسب لهب بنزن لون أحمر طوبي.

تقـويم الـدرس الأول : التحليل الكيفـي «الوصفي»

العلامة 📖 تدل على كتاب المدرسة
العلامة 📄 تدل على دليل التقويـم

١ اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات الآتية :

(١) أحد فروع علم الكيمياء الهامة الذي ساهم بدور كبير في تقدم هذا العلم، كما لعب دوراً كبيراً في تطور المجالات العلمية المختلفة مثل الطب، والزراعة والصناعات الغذائية والبيئية.

(٢) تحليل كيميائي يهدف إلى التعرف على مكونات المادة سواء كانت نقية (ملحاً بسيطاً) أو مخلوطاً من عدة مواد.

✻ سلسلة من التفاعلات المختارة المناسبة تجرى للكشف عن نوع المكونات الأساسية لمادة على أساس التغيرات الحادثة في هذه التفاعلات

✻ تحليل كيميائي يستخدم في التعرف على مكونات المادة. **(مصر أول ١١)**

(٣) تحليل كيميائي يهدف إلى تقدير نسبة كل مكون من المكونات الأساسية للمادة.

✻ تحليل كيميائي يستخدم في تقدير تركيز أو كمية كل مكون من مكونات المادة.

(٤) تحليل يتم فيه الكشف عن العناصر والمجموعات الوظيفية الموجودة بغرض التعرف على المركب.

(٥) تحليل يتم فيه التعرف على الأيونات التي يتكون منها المركب ، ويشمل الكشف عن الكاتيونات (الشق القاعدي) والأنيونات (الشق الحامضي).

(٦) الحمض الأقل تطايراً والأعلى في درجة الغليان والذي يقوم بطرد الحمض الأعلى تطايراً من محاليل أملاحه.

(٧) التجربة الأولى التي تستخدم في الكشف عن الشق القاعدي أو الشق الحامضي للملح.

(٨) تجربة تستخدم للتأكد من صحة التجربة الأساسية في الكشف عن الشق القاعدي أو الحامضي للملح.

(٩) التجربة التأكيدية المستخدمة للتعرف على أنيون النيترات.

(١٠) مجموعات الشقوق القاعدية وهي ست مجموعات.

(١١) مجموعة تحليلية ترسب كاتيوناتها على هيئة كلوريدات.

(١٢) مجموعة تحليلية ترسب كاتيوناتها على هيئة كبريتيدات في الوسط الحامضي.

(١٣) مجموعة تحليلية ترسب كاتيوناتها على هيئة هيدروكسيدات.

✻ مجموعة تحليلية تستخدم هيدروكسيد الأمونيوم ككاشف للمجموعة.

(١٤) مجموعة تحليلية ترسب كاتيوناتها على هيئة كربونات.

✻ مجموعة تحليلية تستخدم كربونات الأمونيوم ككاشف للمجموعة.

(١٥) الكشف عن كاتيونات الكالسيوم بواسطة لهب بنزن غير المضيء.

---

٢ اكتب الاسم الكيميائي أو العلمي للعنصر أو المركب أو المخلوط التالي:

(١) المحلول المستخدم في التمييز بين أنيونات الكربونات والبيكربونات.

(٢) المحلول المستخدم في الكشف عن أنيونات الكبريتات والفوسفات.

(٣) كاشف الشقوق القاعدية.

(٤) كاشف المجموعة التحليلية الأولى.

(٥) كاشف المجموعة التحليلية الثانية.

(٦) كاشف المجموعة التحليلية الثالثة.

(٧) كاشف التجارب التأكيدية للمجموعة التحليلية الثالثة.

(٨) كاشف المجموعة التحليلية الخامسة.

(٩) مركب الحلقة البنية.

(١٠) مادة تذوب في الماء المحتوي على ثاني أكسيد الكربون.

٣ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

(١) يعتبر محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف كاشفاً لأنيون .... (مصر ٩٢)

أ) الكبريتات ب) اليوديد جـ) النيتريت ى) البروميد

(٢) يتكون راسب أصفر لا يذوب في محلول هيدروكسيد الأمونيوم عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول ملح ....

أ) اليوديد ب) البروميد جـ) الكلوريد ى) الفوسفات

(٣) كاشف المجموعة التحليلية الأولى هو ....

أ) HCl (dil) ب) HCl (conc) جـ) H_2SO_4 (dil) ى) H_2SO_4 (conc)

(٤) كاشف المجموعة التحليلية الثانية هو .... (مصر ٩٢)

أ) H_2S+HCl ب) H_2S+NH_4Cl جـ) NH_4OH ى) HCl

(٥) 🕮 محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم يتكون راسب أبيض لا يذوب في الأحماض ....

أ) نيترات ب) فوسفات جـ) كبريتات ى) نيتريت

(٦) 🕮 محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص (II) يتكون راسب أبيض ....

أ) كبريتات ب) نيترات جـ) فوسفات ى) كبريتيد

(٧) 🕮 محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب بني محمر ....

أ) نحاس (II) ب) حديد (III) جـ) ألومنيوم ى) حديد (II)

(٨) 🕮 الملح الصلب + حمض هيدروكلوريك يتصاعد غاز نفاذ الرائحة وتعلق مادة صفراء ....

أ) كبريتيد ب) كربونات جـ) ثيوكبريتات ى) كبريتيت

(٩) عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الحديد (II) يتكون راسب .... (الأزهر ٩٨)

أ) أبيض مصفر ب) بني محمر

جـ) أبيض يتحول إلى الأبيض المخضر ى) أبيض جيلاتيني

(١٠) عند إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول كبريتات الحديد (III) يتكون .... (مصر ٩٢ ، مصر أول ٩٥)

أ) راسب أبيض جيلاتيني ب) راسب جيلاتيني بني محمر

جـ) أبيض مخضر ى) أزرق قاتم

(١١) هيدروكسيد الفلز الذي لا يذوب في الماء ولكن يذوب في كل من محلول الصودا الكاوية وحمض الهيدروكلوريك هو هيدروكسيد ....

أ) نحاس (II) ب) حديد (III) جـ) ألومنيوم ى) حديد (II)

(١٢) عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى محلول ثيوكبريتات الصوديوم يتكون معلق أصفر من الكبريت مصحوب بغاز .... (مصر أول ٠١)

أ) SO_2 ب) SO_3 جـ) NO ى) NO_2

(١٣) عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت ويتكون معلق أصفر ، يكون الملح هو .... (الأزهر ٩٨)

أ) كبريتيت ب) ثيوكبريتات جـ) كبريتيد ى) كربونات

(١٤) عند تعريض ورقة النشا المبللة بالماء إلى أبخرة اليود البنفسجية، تتلون باللون .... (الأزهر ٩٨)

أ) الأصفر ب) الأزرق جـ) الأبيض المصفر ى) الأخضر

الكشف الجاف بواسط لهب بنزن لكاتيونات الكالسيوم تعطي لون ....

أ) أصفر ذهبي ب) أحمر طوبي جـ) بنفسجي فاتح ى) قرمزي

٤ علل لما يأتي موضحاً إجابتك بالمعادلات الرمزية كلما أمكن :

(١) ساهم التحليل الكيميائي بدور كبير في تقدم مجال الطب.
(٢) ساهم التحليل الكيميائي بدور كبير في تقدم مجال الزراعة.
(٣) ساهم التحليل الكيميائي بدور كبير في تقدم مجال الصناعة.
(٤) ساهم التحليل الكيميائي بدور كبير في تقدم مجال الخدمة البيئية.
(٥) اختلاف التحليل الكيفي عن التحليل الكمي.
(٦) لا بد من إجراء عمليات التحليل الكيفي أولاً قبل التحليل الكمي.
(٧) اختلاف التحليل الكيفي للمركبات العضوية عن المركبات غير العضوية.
(٨) لا يتفاعل حمض الكربونيك مع كلوريد الصوديوم.
(٩) يفضل التسخين الهين عند الكشف عن أنيونات حمض الهيدروكلوريك.
(١٠) عند الكشف عن أنيونات حمض الكربونيك يمرر غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج على ماء الجير الرائق لفترة قصيرة.
* يزول تعكير ماء الجير الرائق عند إمرار ثاني أكسيد الكربون عليه لفترة طويلة.
(١١) 🕮 لا يصلح حمض الهيدروكلوريك المخفف للتمييز بين ملحي كربونات وبيكربونات الصوديوم.
(١٢) يتكون راسب أبيض على البارد عند إضافة محلول كبريتات الماغنسيوم إلى محلول كربونات الصوديوم ولا يتكون راسب الا بعد الغليان عند إضافة محلول كبريتات الماغنسيوم إلى محلول بيكربونات الصوديوم. **(مصر ٩٢)**
(١٣) غاز ثاني أكسيد الكبريت يحول ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز من اللون البرتقالي إلى اللون الأخضر.
(١٤) يتكون راسب أبيض عند إضافة محلول كبريتيت الصوديوم إلى محلول نيترات الفضة.
(١٥) 🕮 تسود ورقة ترشيح مبللة بمحلول أستيات الرصاص (II) عند تعرضها لغاز كبريتيد الهيدروچين.
(١٦) يتكون راسب أسود عند إضافة محلول كبريتيد الصوديوم إلى محلول نيترات الفضة.
(١٧) يتكون معلق أصفر عند إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى ثيوكبريتات الصوديوم. **(أغسطس ٩٨)**
(١٨) 🕮 يزول اللون البنفسجي لمحلول برمنجات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك عند إضافة محلول نيتريت البوتاسيوم.
(١٩) لا يتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع كبريتات الصوديوم. **(الأزهر ٩٨)**
(٢٠) تكون سحب بيضاء كثيفة عند تعرض ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر إلى غاز كلوريد الهيدروچين
(٢١) تكون راسب أبيض عند إضافة محلول كلوريد الصوديوم إلى محلول نيترات الفضة.
(٢٢) انفصال أبخرة برتقالية حمراء عند أكسدة غاز بروميد الهيدروچين جزئياً بواسطة حمض الكبريتيك.
(٢٣) تكون راسب أبيض مصفر عند إضافة محلول نيترات الفضة إلى محلول بروميد الصوديوم.
(٢٤) 🕮 تتصاعد أبخرة بنفسجية عند تفاعل حمض الكبريتيك المركز مع يوديد البوتاسيوم والتسخين.
(٢٥) تكون راسب أصفر عند إضافة محلول يوديد الصوديوم إلى محلول نيترات الفضة.
(٢٦) تتصاعد أبخرة بنية عند إضافة محلول نيترات الصوديوم إلى حمض الكبريتيك المركز الساخن.
(٢٧) تزداد أبخرة ثاني أكسيد النيتروچين البنية الناتجة من تسخين حمض الكبريتيك المركز مع محلول النيترات إذا أضيف إلى التفاعل خراطة من النحاس. **(الأزهر ٨٦)**
(٢٨) عند تفاعل محلول ملح النيترات مع كبريتات الحديد II حديثة التحضير المحمضة بحمض الكبريتيك المركز يتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض ومحاليل التفاعل.
(٢٩) تزول الحلقة البنية بالرج أو التسخين.
(٣٠) استخدام محلول كلوريد الباريوم في الكشف عن أنيونات الكبريتات والفوسفات.
(٣١) لا يستخدم حمض الهيدروكلوريك المخفف أو حمض الكبريتيك المركز في الكشف عن أنيونات الكبريتات والفوسفات.

(٣٢) تكون راسب أبيض يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول ملح الفوسفات.
(٣٣) تكون راسب أصفر يذوب في محلول النشادر وحمض النيتريك عند إضافة محلول فوسفات الصوديوم إلى محلول نيترات الفضة.
(٣٤) تكون راسب أبيض لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول ملح الكبريتات.
(٣٥) تكون راسب أبيض عند إضافة محلول أسيتات الرصاص II إلى محلول كبريتات الصوديوم.
(٣٦) يعتبر الكشف عن الشق القاعدي أشد تعقيداً من الكشف عن الشق الحامضي للأملاح. **(الأزهر ٩٨)**
(٣٧) ترسب فلزات المجموعة التحليلية الأولى على هيئة كلوريدات.
(٣٨) يتم الكشف عن كاتيونات المجموعة التحليلية الثانية بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف ثم إمرار غاز كبريتيد الهيدروچين.
(٣٩) تكون راسب أبيض چيلاتيني عند إضافة هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الألومنيوم.
(٤٠) 🕮 يظهر راسب أبيض چيلاتيني ثم يختفي عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم بالتدريج لمحلول كلوريد الألومنيوم. **(الأزهر ٨٧)**
(٤١) تكون راسب أبيض يتحول إلى أبيض مخضر في الهواء عند إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الحديد II
* تكون راسب أبيض مخضر عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الحديد II
(٤٢) تكون راسب چيلاتيني بني محمر عند إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الحديد III
* تكون راسب چيلاتيني بني محمر عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الحديد III
(٤٣) تكون راسب أبيض عند إضافة محلول كربونات الأمونيوم إلى محلول ملح الكالسيوم.
(٤٤) يذوب كربونات الكالسيوم في الماء المحتوي على CO_2
(٤٥) تكون راسب أبيض عند إضافة حمض الكبريتيك المخفف إلى محلول كلوريد الكالسيوم.
(٤٦) استخدام لهب بنزن غير المضيء في الكشف الجاف على كاتيون الكالسيوم.

---

٥ اذكر اسم وصيغة الشق الحامضي الذي يُعطى النتائج التالية عند الكشف عنه :

(١) الملح الصلب + حمض هيدروكلوريك مخفف ⟵ يتصاعد غاز يُعكر ماء الجير الرائق لفترة قصيرة.
(٢) 🕮 محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم ⟵ يتكون راسب أبيض بعد التسخين.
(٣) محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم ⟵ يتكون راسب أبيض على البارد يذوب في حمض الهيدروكلوريك.
(٤) الملح الصلب + حمض هيدروكلوريك مخفف ⟵ يتصاعد غاز نفاذ الرائحة يُخضر ورقة مبللة بثاني كرومات البوتاسيوم المُحمضة بحمض الكبريتيك المركز.
* محلول الملح + محلول نيترات الفضة ⟵ يتكون راسب أبيض يسود بالتسخين.
(٥) الملح الصلب + حمض هيدروكلوريك مخفف ⟵ يتصاعد غاز كريه الرائحة يسود ورقة مبللة بأسيتات الرصاص.
* محلول الملح + محلول نيترات الفضة ⟵ يتكون راسب أسود.
(٦) الملح الصلب + حمض هيدروكلوريك مخفف ⟵ يتصاعد غاز نفاذ الرائحة يُخضر ورقة مبللة بثاني كرومات البوتاسيوم المُحمضة وتتكون مادة صفراء مُعلقة.
* محلول الملح + محلول اليود ⟵ يزول لون اليود البني
(٧) الملح الصلب + حمض هيدروكلوريك مخفف ⟵ يتصاعد غاز عديم اللون يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى أبخرة بنية حمراء.
* محلول الملح + محلول برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك ⟵ يزول اللون البنفسجي للبرمنجنات

(٨) الملح الصلب + حمض كبريتيك مركز ← يتصاعد غاز عديم اللون يكون سحباً بيضاء مع ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر.

* محلول الملح + محلول نيترات الفضة ← يتكون راسب أبيض يصير بنفسجياً عند تعرضه للضوء ويذوب في محلول النشادر المركز.

(٩) الملح الصلب + حمض كبريتيك مركز ← يتصاعد غاز عديم اللون يتأكسد جزئياً بفعل حمض الكبريتيك وتنفصل أبخرة برتقالية حمراء تسبب إصفرار ورقة مبللة بالنشادر.

* محلول الملح + محلول نيترات الفضة ← يتكون راسب أبيض مصفر يصير داكناً عند تعرضه للضوء ويذوب ببطء في محلول النشادر المركز.

(١٠) الملح الصلب + حمض كبريتيك مركز ← يتصاعد غاز عديم اللون يتأكسد جزئياً بفعل حمض الكبريتيك وتنفصل أبخرة تظهر بلونها البنفسجي عند التسخين وتسبب زرقة ورقة مبللة بمحلول النشا.

* 🕮 محلول الملح + محلول نيترات الفضة ← يتكون راسب أصفر لا يذوب في محلول النشادر.

(١١) الملح الصلب + حمض كبريتيك مركز ← تتصاعد أبخرة بنية وتزداد كثافة الأبخرة عند إضافة قليل من خراطة النحاس.

* محلول الملح + محلول حديث التحضير من كبريتات الحديد II + قطرات من حمض الكبريتيك المركز تضاف بحرص على السطح الداخلي لأنبوبة الاختبار ← يتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض ومحاليل التفاعل تزول بالرج أو التسخين.

(١٢) محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم ← يتكون راسب أبيض يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف.

* محلول الملح + محلول نترات الفضة ← يتكون راسب أصفر يذوب في كل من محلول النشادر وحمض النيتريك.

(١٣) محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم ← يتكون راسب أبيض لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف.

* محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص II ← يتكون راسب أبيض.

---

٦ اذكر اسم وصيغة الشق القاعدي الذي أعطى النتائج التالية عند الكشف عنه :

(١) محلول الملح + ($HCl + H_2S$) ← يتكون راسب أسود يذوب في حمض النيتريك الساخن.

(٢) محلول الملح + محلول هيدروكسيد الأمونيوم ← يتكون راسب أبيض جيلاتيني يذوب في الأحماض المخففة وفي محلول الصودا الكاوية.

* محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم ← يتكون راسب أبيض يذوب في وفرة من هيدروكسيد الصوديوم.

(٣) محلول الملح + محلول هيدروكسيد الأمونيوم ← يتكون راسب أبيض يتحول إلى أبيض مخضر بالتعرض للهواء ويذوب في الأحماض.

* 🕮 محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم ← يتكون راسب أبيض مخضر.

(٤) محلول الملح + محلول هيدروكسيد الأمونيوم ← يتكون راسب چيلاتيني لونه بني محمر يذوب في الأحماض.

* محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم ← يتكون راسب بني محمر

(٥) محلول الملح + محلول كربونات الأمونيوم ← يتكون راسب أبيض يذوب في حمض HCl المخفف ويذوب أيضاً في الماء المحتوي على CO_2

* محلول الملح + حمض كبريتيك مخفف ← يتكون راسب أبيض.

* الكشف الجاف للملح الصلب ← تُكسب لهب بنزن لون أحمر طوبي.

٧ اذكر استخدام واحد لكل من الكواشف التالية مع توضيح إجابتك بالمعادلات الرمزية :

(١) 🕮 هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH
(٢) 🕮 كلوريد الباريوم $BaCl_2$
(٣) 🕮 نيترات الفضة $AgNO_3$
(٤) 🕮 برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز $KMnO_4 + H_2SO_4$
(٥) حمض الهيدروكلوريك المخفف HCl (dil)
(٦) حمض الكبريتيك المركز H_2SO_4 (conc)
(٧) كبريتات الماغنسيوم $MgSO_4$
(٨) محلول اليود $I_{2(aq)}$
(٩) كبريتات الحديد II حديثة التحضير المحمضة بحمض الكبريتيك المركز. $FeSO_4 + H_2SO_4$
(١٠) أسيتات الرصاص II $(CH_3COO)_2Pb$
(١١) حمض الكبريتيك المخفف H_2SO_4 (dil)

---

٨ وضح بالمعادلات الرمزية المتزنة كيف تميز عملياً بين كل زوج من الأملاح الآتية :

(١) 🕮 كبريتيت الصوديوم – كبريتات الصوديوم
(٢) 🕮 كلوريد حديد (II) – كلوريد الحديد (III)
(٣) 🕮 نيتريت الصوديوم – نيترات الصوديوم (باستخدام حمض الهيدروكلوريك) (مصر أول ٩٨)
(٤) 🕮 كلوريد الصوديوم – كلوريد الألومنيوم (مصر ٩٢)
(٥) كبريتات الصوديوم – فوسفات الصوديوم (مصر ٩٤)
(٦) بروميد الصوديوم – كلوريد الصوديوم. (مصر أول ٠٠)
(٧) كبريتيد الصوديوم – كلوريد الصوديوم (مصر أول ٩٨)
(٨) كبريتات صوديوم – يوديد صوديوم (مصر ٩٢)
(٩) حمض الهيدروكلوريك – حمض الكبريتيك
(١٠) كلوريد البوتاسيوم – يوديد البوتاسيوم (باستخدام نترات الفضة)
(١١) ثيوكبريتات الصوديوم – فوسفات الصوديوم. (مصر ٩٢)
(١٢) نيتريت الصوديوم – كبريتيت الصوديوم. (مصر ٩٥)
(١٣) كبريتات الألومنيوم – كبريتات الحديد (III)
(١٤) بروميد البوتاسيوم – يوديد البوتاسيوم (باستخدام نترات الفضة). (مصر ٩١)
(١٥) كربونات الصوديوم – بيكربونات الصوديوم. (الأزهر ٩٨)
(١٦) هيدروكسيد الأمونيوم – هيدروكسيد الصوديوم.

٩ 📖 تخير من القسم (أ) المناسب لكل شق من القسم (ب) :
عند إضافة محلول نيترات الفضة إلي محاليـل بعـض الأنيونـات يتكـون راسب :

(أ)	(ب)
(١) أسود لا يذوب في حمض النيتريك.	(.....) الفوسفات
(٢) أبيض لا يذوب في حمض النيتريك المخفف	(.....) البروميد
(٣) أبيض مصفر لا يذوب في حمض النيتريك المخفف	(.....) الكلوريد
(٤) أصفر يذوب في حمض النيتريك المخفف	(.....) الكبريتيد
(٥) أصفر لا يذوب في حمض النيتريك المخفف	

---

١٠ 📖 عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلـي محاليـل ثـلاث أمـلاح من الكلوريدات يتكون في :

الأول : راسب أبيض چيلاتيني.
الثاني : راسب بني محمر .
الثالث : راسب أبيض مخضر.
ثم أذكر الشق القاعدي للأملاح الثلاث واكتب معادلات التفاعل.

---

١١ 📖 أضـيف حمـض الهيـدروكلوريك المخفـف إلـي ثـلاث أمـلاح فـأمكن ملاحظة الظواهر الآتية علماً بأن الأملاح الثلاث املاح لفلز الصوديوم

الأول : تصاعد غاز نفاذ الرائحة يسبب إخضرار ورقة ترشيح مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز.
الثاني : تصاعد غاز عديم اللون يتحول قرب فوهة الأنبوبة إلي غاز بني محمر.
الثالث : تصاعد غاز عديم اللون نفاذ الرائحة وتعلق مادة صفراء.
أذكر الشق الحمضي للأملاح الثلاث واكتب معادلات التفاعل.

تراكم معرفي لفهم التحليل الكمي

المـول : هـو كميـة المـادة التـي تحتـوي علـى عـدد أفوجـادرو مـن الجسـيمات (جزيئـات أو ذرات أو أيونـات أو وحدات الصيغة أو إلكترونات)

مثـال : في التفاعل التالي : $Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$

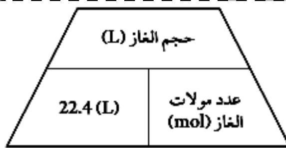
يلزم 3 مول من الإلكترونات لإختزال 1 مول من أيونات Al^{3+} لتكوين 1 مول من ذرات Al

الكتلة المولية (g) **: مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة في تركيب الجزيء أو وحدة الصيغة مقدرة بوحدة الجرام.**

1. $\text{عدد المولات (mol)} = \dfrac{\text{كتلة المادة (g)}}{\text{كتلة المول (g/mol)}}$

2. $\text{عدد المولات (mol)} = \dfrac{\text{عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدة الصيغة}}{6.02\times10^{23}}$

3. $\text{عدد المولات (mol)} = \dfrac{\text{حجم الغاز (L)}}{\text{حجم المول الواحد } 22.4\ \text{(L/mol)}}$ **(at STP)**



1 مول من أي غاز (at STP) يشغل **22.4 لتر** ويحتوي على 6.02×10^{23} **جزئ**

مثـال (1)

احسب عدد جزيئات **6.4 جرام** من ثاني أكسيد الكبريت **(SO_2)** **[S=32 , O=16]**

الإجـابة

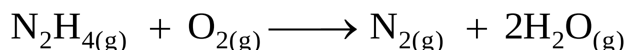
$1\ \text{mol}\ (SO_2) = 32+(2\times16) = 64\ g \longrightarrow 6.02\times10^{23}$ جزيء

$6.4\ g \longrightarrow \chi$ جزيء

$\therefore \chi = \dfrac{6.4\times6.02\times10^{23}}{64} = 6.02\times10^{22}$ جزيء

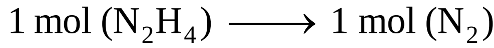
مثـال (2)

احسب كتلة النيتروجين الناتجة من أكسدة **20 g** من الهيدرازين من خلال التفاعل التالي :

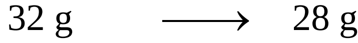


$N_2H_{4(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow N_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$ **[H=1 , O=16 , N=14]**

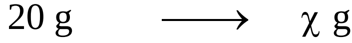
الإجـــابة



$1\ mol\ (N_2H_4) \longrightarrow 1\ mol\ (N_2)$



$32\ g \longrightarrow 28\ g$



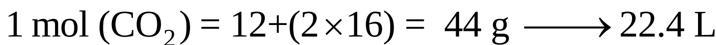
$20\ g \longrightarrow \chi\ g$

$$\therefore \chi = \frac{20 \times 28}{32} = 17.5\ g$$

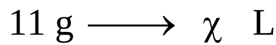
مثـال (3)

احسب حجم **11 g** من غاز **(CO_2)** في (STP) **[C=12 , O=16]**

الإجـــابة



$1\ mol\ (CO_2) = 12+(2\times16) = 44\ g \longrightarrow 22.4\ L$



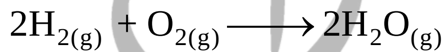
$11\ g \longrightarrow \chi\ L$

$$\therefore \chi = \frac{11 \times 22.4}{44} = 5.6\ L$$

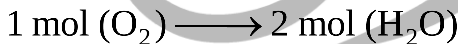
مثـال (4)

احسب حجم الأكسچين اللازم لإنتاج **90 g** من الماء عند تفاعله مع وفرة من الهيدروچين في **(STP)** **[H=1 , O=16]**

الإجـــابة



$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)}$



$1\ mol\ (O_2) \longrightarrow 2\ mol\ (H_2O)$



$22.4\ L \longrightarrow 2\times(2+16) = 36\ g$

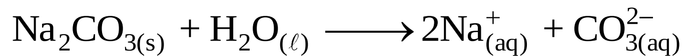


$\chi\ L \longrightarrow 90\ g$

$$\therefore \chi = \frac{90 \times 22.4}{36} = 56\ L$$

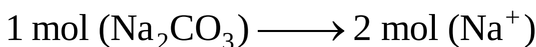
مثـال (5)

احسب عدد أيونات الصوديوم الناتجة من تأين **10.6 g** كربونات الصوديوم تماماً طبقاً للمعادلة التالية : **[H=1 , O=16]**

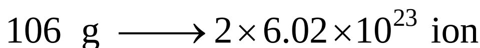


$Na_2CO_{3(s)} + H_2O_{(\ell)} \longrightarrow 2Na^+_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)}$

الإجـــابة



$1\ mol\ (Na_2CO_3) \longrightarrow 2\ mol\ (Na^+)$



$106\ g \longrightarrow 2\times6.02\times10^{23}\ ion$



$10.6\ g \longrightarrow \chi\ ion$

$$\therefore \chi = \frac{10.6\times2\times6.02\times10^{23}}{106} = 1.204\times10^{23}\ ion$$

4 كثافة الغاز (g/L) = $\frac{\text{الكتلة المولية } (g/mol)}{\text{حجم المول الواحد } (22.4\ L/mol)}$ (at STP)

مثال (6)

احسب الكتلة الجزيئية لغاز كثافته **1.5 g/L** (at STP)

الإجابة

الكتلة الجزيئية = كثافة الغاز × 22.4 = 1.5 × 22.4 = **33.6 g/mol**

مثال (7)

احسب كثافة غاز الأكسجين **(O_2)** وكثافة غاز ثاني أكسيد الكربون **(CO_2)** تحت الظروف القياسية **(at STP)** **[C=12 , O=16]**

الإجابة

∵ الكتلة الجزيئية لغاز الأكسجين (O_2) = 16×2 = 32 g

∴ كثافة غاز الأكسجين (O_2) = $\frac{32}{22.4}$ = **1.43 g/L**

∵ الكتلة الجزيئية لغاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) = 12 + (16×2) = 44 g

∴ كثافة غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) = $\frac{44}{22.4}$ = **1.96 g/L**

---

5 التركيز المولاري (M) = $\frac{\text{عدد المولات } (mol)}{\text{حجم المحلول } (L)}$

مثال (8)

احسب التركيز المولاري لمحلول سكر القصب **$C_{12}H_{22}O_{11}$** في الماء إذا علمت أن كتلة السكر المذابة **85.5 g** في محلول حجمه **0.5 L** **[C=12 , H=1 , O=16]**

الإجابة

الكتلة المولية لسكر القصب $C_{12}H_{22}O_{11}$ = (16×11) + (22 × 1) + (12 × 12) = 342 g

عدد مولات السكر = $\frac{\text{كتلة المادة بالجرام}}{\text{الكتلة المولية}}$ = $\frac{85.5}{342}$ = **0.25 mol**

المولارية (M) = $\frac{0.25\ mol}{0.5\ L}$ = **0.5 mol / L**

6 **النسبة المئوية الكتلية لعنصر في مركب (g/g%) =** $\frac{\text{كتلة العنصر في مول من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}}$ **× 100**

مثال (9)

احسب النسبة المئوية لكل عنصر في مركب نترات الأمونيوم **(NH_4NO_3)**

[H=1 , O=16 , N=14]

الإجابة

الكتلة المولية (الجزيئية) لـ NH_4NO_3 = (3 × O) + (2 × N) + (4 × H)

= (3 × 16) + (2 × 14) + (4 × 1) = 80 g

النسبة المئوية للنيتروچين = $\frac{\text{الكتلة المولية للنيتروچين (28)}}{\text{الكتلة المولية لنترات الأمونيوم (80)}}$ × 100 = 35 %

النسبة المئوية للأكسچين = $\frac{\text{الكتلة المولية للأكسچين (48)}}{\text{الكتلة المولية لنترات الأمونيوم (80)}}$ × 100 = 60 %

النسبة المئوية للهيدروچين = $\frac{\text{الكتلة المولية للهيدروچين (4)}}{\text{الكتلة المولية لنترات الأمونيوم (80)}}$ × 100 = 5 %

---

7 **النسبة المئوية الكتلية لمركب في عينة غير نقية =** $\frac{\text{كتلة المركب في العينة}}{\text{كتلة العينة غير النقية}}$ **× 100**

مثال (10)

إذا كانت كتلة عينة من كلوريد الكالسيوم المتهدرت **$CaCl_2.XH_2O$** هي **1.47 g** وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجدت **1.11 g** ، احسب النسبة المئوية لماء التبلر من الكلوريد المتهدرت.

الإجابة

∵ كتلة ماء التبلر= 1.47 – 1.11 = 0.36 g

∴ النسبة المئوية لماء التبلر = $\frac{0.36}{1.47}$ × 100 = 24.49%

---

8 **النسبة المئوية للناتج الفعلي بالنسبة للناتج النظري =** $\frac{\text{كتلة المركب في العينة}}{\text{كتلة العينة غير النقية}}$ **× 100**

ثانياً : التحليل الكمي Quantitative analysis

(1) التحليــل الكمــي الحجمــي Quantitative analysis of volumetric

الأساس العلمي :

تعتمد على قياس حجوم المواد المراد تقديرها وذلك بإضافة حجماً معلوماً من المادة المراد تحديد تركيزها إلى محلول من مادة معلومة الحجم والتركيز (المحلول القياسي) حتى يتم التفاعل الكامل بين المادتين.

• **المحلول القياسي**

محلول معلوم الحجم والتركيز يستخدم لتعيين تركيز محلول آخر مجهول التركيز

• **المعايـرة**

عملية تعيين تركيز حمض أو (قاعدة) بمعلومية الحجم اللازم منه للتعادل مع قاعدة أو (حمض) معلوم الحجم والتركيز
أو : إضافة حجوم معلومة من مادة معلومة التركيز إلى محلول مادة أخرى معلومة الحجم ومجهولة التركيز

☚ لاختيار المحلول القياسي يجب معرفة التفاعل المناسب بين محلولي المادتين وهذه التفاعلات قد تكون :

1. **تفاعلات التعادل :** تستخدم في تقدير الأحماض والقلويات (القواعد).
2. **تفاعلات الأكسدة والاختزال :** تستخدم في تقدير المواد المؤكسدة والمختزلة.
3. **تفاعلات الترسيب :** تستخدم في تقدير المواد التي يمكن أن تعطي نواتج شحيحة الذوبان في الماء.

مثـــال : إذا كانت المادة المراد تقديرها حامضاً يستخدم في المعايرة محلول قياسي من قلوي أو قاعدة (هيدروكسيد الصوديوم أو كربونات الصوديوم)
وإذا كانت المادة المراد تقديرها ذات خصائص قاعدية يستخدم محلول قياسي معلوم التركيز من الحمض لمعايرتها ... وهكذا.
وللتعرف على نقطة نهاية التفاعل (End Point) تُستخدم أدلة (Indicators) لتحديد نهاية التفاعل حيث يتغير لونها بتغيير وسط التفاعل.

• **نقطة التعادل**

النقطة التي يتم عندها تمام تفاعل التعادل بين الحمض والقاعدة

• **الأدلــة**

مواد تستخدم للتعرف على نقطة نهاية التفاعل بتتغير لونها بتغيير وسط التفاعل

☚ الأدلة المستخدمة في تفاعلات التعادل :

الدليــل	اللون في الوسط الحامضي	اللون في الوسط المتعادل	اللون في الوسط القاعدي	الوسط المستخدم في قياسه
الميثيل البرتقالي	أحمر	برتقالي	أصفر	قاعدة ضعيفة – حمض قوي
الفينولفيثاليــن	عديم اللون	عديم اللون	أحمر	قاعدة قوية – حمض ضعيف
عبــاد الشمــس	أحمر	أرجواني	أزرق	قاعدة قوية – حمض قوي
أزرق بروموثيمول	أصفر	أخضر فاتح	أزرق	قاعدة قوية – حمض قوي

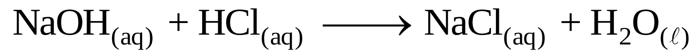
تدريـــب عملـــي : تقدير محلول من هيدروكسيد الصوديوم مجهول التركيز مع محلول قياسي معلوم التركيز من حمض الهيدروكلوريك

① ينقل حجم معلوم **(25 mL)** من هيدروكسيد الصوديوم إلى دورق مخروطي باستخدام ماصة.

② يضاف إليه قطرتين من محلول دليل مناسب مثل (محلول عباد الشمس أو أزرق بروموثيمول)

③ تُملئ السحاحة بالمحلول القياسى من حمض الهيدروكلوريك تركيز **(0.1 mol/L)**

④ يُضاف محلول الحمض بالتدريج إلى محلول القلوى حتى يتغير لون الدليل مشيراً الى نهاية التفاعل (**نقطة التعادل**) الذي يمكن تمثيله على النحو التالي :



$$NaOH_{(aq)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

⑤ إذا افترضنا أن حجم الحمض المضاف من السحاحة (21 mL)

فإن عدد المولات من الحمض المضاف = $\frac{M \times V}{1000} = \frac{21 \times 0.1}{1000} = 2.1 \times 10^{-3}$ mol

وهذا يعني أن عدد المولات من هيدروكسيد الصوديوم الموجودة في 25 mL من المحلول = 2.1×10^{-3} mol

وعدد المولات الموجودة في اللتر = $\frac{2.1 \times 10^{-3} \times 1000}{25} = 0.084$ mol/L

وبالتالي فإن تركيز محلول هيدروكسيد الصوديو = 0.084 mol/L

أو

⑤ ولتبسيط طريقة الحساب تستخدم العلاقة : $\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$

حيث أن :

M_a	تركيز الحمض المستخدم (mol/L)	M_b	تركيز القلوي المستخدم (mol/L)
V_a	حجم الحمض المستخدم في المعايرة (mL)	V_b	حجم القلوي المستخدم في المعايرة (mL)
n_a	عدد مولات الحمض في معادلة التفاعل المتزنة	n_b	عدد مولات القلوي في معادلة التفاعل المتزنة

وفي التفاعل السابق فإن :

هيدروكسيد الصوديوم — حمض الهيدروكلوريك

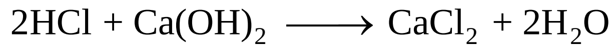
$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.1 \times 21}{1} = \frac{M_b \times 25}{1} \Rightarrow \therefore M_b = \frac{21 \times 0.1}{25} = 0.084 \text{ mol/L}$$

مثال (11)

أجريت معايرة **(20 mL)** من محلول هيدروكسيد الكالسيوم **$Ca(OH)_2$** باستخدام حمض الهيدروكلوريك **(0.5 mol/L)** وعند تمام التفاعل استهلك **(25 mL)** من الحمض ، احسب التركيز المولاري لهيدروكسيد الكالسيوم **(mol/L)**

الإجــابة

المعادلة الموزونة للتفاعل هي :

$$2HCl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$$

$$\because \frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b} \Rightarrow \frac{0.5\times 25}{2} = \frac{M_b \times 20}{1}$$

$$\therefore M_b = \frac{25\times 0.5}{2\times 20} = 0.3125 \text{ mol/L}$$ تركيز هيدروكسيد الكالسيوم

مثال (12)

احسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة في **10 mL** ، تعادلت مع **20 mL** من حمض الكبريتيك **0.22 mol/L** **[Na=23 , O=16 , H=1]**

أجب بنفسك

(0.352 g)

مثال (13)

مخلوط من مادة صلبة يحتوي على هيدروكسيد الصوديوم وكلوريد الصوديوم ، لزم لمعايرة **(0.1 g)** منه حتى تمام التفاعل **(10 mL)** من حمض الهيدروكلوريك **(0.1 mol/L)** ، احسب النسبة المئوية لهيدروكسيد الصوديوم في المخلوط **[Na=23 , O=16 , H=1]**

الإجـــابة

∵ عدد المولات = التركيز (mol/L) × الحجم (L)

∴ عدد مولات حمض الهيدروكلوريك المتفاعلة = $\frac{0.1\times 10}{1000} = 0.001$ mol

يتفاعل هيدروكسيد الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك وفقاً للتفاعل الآتي :


$$NaOH_{(aq)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

ومن التفاعل السابق نجد أن عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم تساوي عدد مولات حمض الهيدروكلوريك
وبذلك فإن عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم المتفاعلة = 0.001 mol


$$1 \text{ mol (NaOH)} \longrightarrow 40 \text{ g}$$


$$0.001 \text{ mol (NaOH)} \longrightarrow \chi \text{ g}$$

كتلة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط $(\chi) = 40 \times 0.001 = 0.04$ g

نسبة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط = $\frac{0.04}{0.1} \times 100 = 40\%$

? كيف تستخدم قانون معايـرة التعـادل في حـل هـذه المسألة ؟

مثال (14)

عينة من مادة صلبة تحتوي خليط من هيدروكسيد الصوديوم وكبريتات الصوديوم ، عوير محلول منه يحتوي على **(0.2 g)** حتى تمام التفاعل فلزم **(12 mL)** من حمض الكبريتيك **(0.1 mol/L)**، احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم في العينة **(أزهر ثان ١٠)** **[Na=23 , O=16 , H=1]**

أجب بنفسك

(48%)

(٢) التحليــل الكمــي الكتلـي Quantitative analysis mass

الأساس العلمي :

يعتمد التحليل الكتلي على فصل المكون المراد تقديره، ثم تعيين كتلته وباستخدام الحساب الكيميائي يمكن حساب كميته، ويتم فصل هذا المكون بإحدى طريقتين

(أ) طريقة التطاير **(ب) طريقة الترسيب**

(أ) طريقــة التطايــر Volatilization

الأساس العلمي :

تبنى فكرتها على تطاير العنصر أو المركب المراد تقديره وتجرى عملية التقدير إما بجمع المادة المتطايرة وتعيين كتلتها أو بتعيين مقدار النقص في كتلة المادة الأصلية.

مثال (15)

إذا كانت كتلة عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت $BaCl_2.XH_2O$ هي **2.6903 g** وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجدت **2.2923 g** ، احسب النسبة المئوية لماء التبلر من الكلوريد المتهدرت ، ثم أوجد الصيغة الجزيئية للملح المتهدرت **[O=16 , H=1 , Cl=35.5 , Ba=137]**

الإجابة

كتلة كلوريد الباريوم المتهدرت $(BaCl_2.XH_2O)$ = 2.6903 g

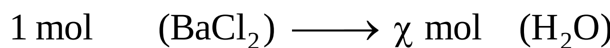
كتلة كلوريد الباريوم $(BaCl_2)$ = 2.2923 g

كتلة ماء التبلر = 2.6903 – 2.2923 = 0.398 g

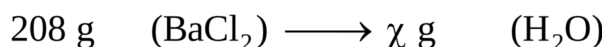
∴ النسبة المئوية لماء التبلر = $\frac{0.398}{2.6903} \times 100 = 14.79\%$

	H_2O	$BaCl_2$
كتلة المـــــادة	0.398 g	2.2923 g
كتلة المــــول	16 + 2 = 18 g	(2×35.5) + 137 = 208 g
عدد المـــولات	$\frac{0.398}{18} = 0.022$ mol	$\frac{2.2923}{208} = 0.011$ mol
نسبة المـــولات	$\frac{0.022}{0.011} = 2$	$\frac{0.011}{0.011} = 1$
الصيغة الجزيئية	$BaCl_2.2H_2O$	

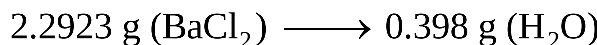
حل آخر



1 mol $(BaCl_2)$ ⟶ χ mol (H_2O)



208 g $(BaCl_2)$ ⟶ χ g (H_2O)



2.2923 g $(BaCl_2)$ ⟶ 0.398 g (H_2O)

كتلة ماء التبلر = $\frac{0.398 \times 208}{2.2923} = 36.114$ g

الكتلة المولية للماء = (1×2) + (16×1) = 18 g/mol

∴ عدد مولات جزيئات ماء التبلر = $\frac{36.114}{18} = 2.006$ mol

∴ **الصيغة الجزيئية لكلوريد الباريوم المتهدرت هي** **$BaCl_2.2H_2O$**

مثال (16)

إذا كانت كتلة زجاجة فارغة **24.3238 g** وكتلتها وبها عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت **27.569 g** وكتلتها بعد التسخين وثبوت الكتلة **27.0902 g** **[O=16,H=1,Cl=35.5, Ba=137]**

احسب ما يلي : (١) نسبة ماء التبلر في كلوريد الباريوم المتهدرت

(٢) عدد جزيئات ماء التبلر في جزيء كلوريد الباريوم المتهدرت

(٣) الصيغة الكيميائية لكلوريد الباريوم المتهدرت

أجب بنفسك

(14.75% - 2 mol - $BaCl_2.2H_2O$)

(ب) طريقـــة الترسيـــب :

الأساس العلمي : تعتمد هذه الطريقة على :

1. ترسيب العنصر أو المكون المراد تقديره على هيئة مركب نقي غير قابل للذوبان وذو تركيب كيميائي معروف وثابت.
2. يفصل هذا المركب عن المحلول بالترشيح على **ورقة ترشيح عديمة الرماد نوع من ورق الترشيح يحترق احتراقاً كاملاً ولا يترك رماد**
3. تنقل ورقة الترشيح وعليها الراسب في بوتقة احتراق وتحرق تماماً حتى تتطاير مكونات ورقة الترشيح ويبقى الراسب
4. من كتلة الراسب يمكن تحديد كتلة العنصر أو المركب

مثال : ترسيب الباريوم على صورة كبريتات الباريوم

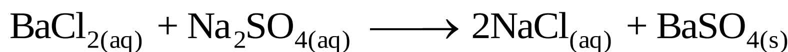
مثال (17)

أضيف محلول كبريتات الصوديوم إلى محلول من كلوريد الباريوم حتى تمام ترسيب كبريتات الباريوم وتم فصل الراسب بالترشيح والتجفيف فوجد أن كتلته = **2 g** ، احسب كتلة كلوريد الباريوم في المحلول

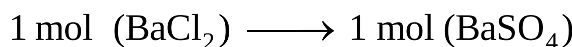
[O=16 , S=32 , Cl=35.5 , Ba=137]

الإجـــابة

يجب كتابة معادلة التفاعل موزونة ثم تحسب الكتل المولية للمواد المطلوب إيجاد العلاقة بينها وهي هنا كلوريد وكبريتات الباريوم



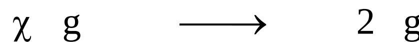
$$BaCl_{2(aq)} + Na_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + BaSO_{4(s)}$$



$$1\ mol\ (BaCl_2) \longrightarrow 1\ mol\ (BaSO_4)$$



$$208\ g \longrightarrow 233\ g$$



$$\chi\ g \longrightarrow 2\ g$$

$$\chi = \frac{2 \times 208}{233} = 1.785\ g$$ (كتلة كلوريد الباريوم)

تقـويم الـدرس الثاني «التحليل الكمي»

العلامة 📖 تدل على كتاب المدرسة
العلامة 📄 تدل على دليل التقويم

١ اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات الآتية :

(١) عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات الموجودة في مول واحد من المادة.
(٢) مجموع كتل الذرات الداخلة في تركيب الجزئ.
(٣) كمية المادة التي تحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات (جزيئات أو ذرات أو أيونات أو وحدات الصيغة أو إلكترونات).
(٤) مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة في تركيب الجزيء أو وحدة الصيغة مقدرة بوحدة الجرام.
✻ الكتلة الذرية أو الجزيئية مقدرة بوحدة الجرام.
(٥) النسبة بين كتلة المادة بالجرام إلى الكتلة المولية.
✻ النسبة بين عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدة الصيغة إلى عدد أفوجادرو.
✻ النسبة بين حجم الغاز باللتر إلى حجم المول الواحد في (STP)
(٦) النسبة بين الكتلة المولية إلى حجم المول الواحد في (STP)
(٧) عدد مولات المادة المذابة في لتر من المحلول. **(الأزهر أول ١٤)**
(٨) محلول يحتوي اللتر منه على مول واحد من المادة المذابة.
(٩) النسبة المئوية بين كتلة العنصر في مول من المركب إلى الكتلة المولية للمركب.
(١٠) النسبة المئوية بين كتلة المركب في العينة إلى كتلة العينة غير النقية.
(١١) تحليل كيميائي يعتمد على قياس حجوم المواد المراد تقديرها.
(١٢) محلول معلوم الحجم والتركيز يستخدم لتعيين تركيز محلول آخر مجهول التركيز.
(١٣) عملية تعيين تركيز حمض أو (قاعدة) بمعلومية الحجم اللازم منه للتعادل مع قاعدة أو (حمض) معلوم الحجم والتركيز. **(تجريبي ١٤)**
✻ إضافة حجوم معلومة من مادة معلومة التركيز إلى محلول مادة أخرى معلومة الحجم ومجهولة التركيز.
(١٤) التفاعلات التي تستخدم في تقدير الأحماض والقلويات (القواعد).
(١٥) التفاعلات التي تستخدم في تقدير المواد المؤكسدة والمختزلة.
(١٦) التفاعلات التي تستخدم في تقدير المواد التي تعطي نواتج شحيحة الذوبان في الماء **(السودان أول ١٤ ، مصر أول ١٤)**
(١٧) النقطة التي يتم عندها تمام تفاعل التعادل بين الحمض والقاعدة.
(١٨) عملية إضافة حجوم معلومة من مادة معلومة التركيز إلى محلول مادة أخرى مجهولة التركيز
(١٩) مواد كيميائية تستخدم للتعرف على نقطة نهاية التفاعل بتتغير لونها بتغيير وسط التفاعل.
(٢٠) الدليل الذي يعطي في الوسط الحمضي لون أصفر وفي الوسط القاعدي لون أزرق (في حدود دراستك) **(السودان أول ١٤)**
(٢١) الدليل المناسب لمعايرة قاعدة قوية بحمض قوي.
(٢٢) الدليل المناسب لمعايرة قاعدة ضعيفة بحمض قوي.
(٢٣) الدليل المناسب لمعايرة قاعدة قوية بحمض ضعيف.
(٢٤) تحليل كيميائي يعتمد على فصل المكون المراد تقديره، ثم تعيين كتلته.
(٢٥) طريقة للتحليل الوزني تعتمد على تطاير العنصر أو المركب المراد تقديره.
(٢٦) طريقة للتحليل الوزني تعتمد على تقدير العنصر أو المكون على هيئة مركب نقي غير قابل للذوبان وذو تركيب كيميائي معروف وثابت.
(٢٧) نوع من ورق الترشيح يحترق احتراقاً كاملاً ولا يترك رماد.

٢ علل لما يأتي :

(١) تساوي عدد جزيئات 2 g من غاز (H_2) مع 32 g من غاز (O_2) [O=16 , H=1]

(٢) عدد ذرات 2g من الهيدروچين تساوي عدد ذرات 32 g من الأكسچين في (STP)

(٣) اللتر من غاز الكلور أو الأكسچين يحتوي على نفس عدد الجزيئات في (STP)

(٤) الحجم الذي يشغله 2 g من غاز (H_2) هو نفس الحجم الذي يشغله 28 g من غاز (N_2) [N=14 , H=1]

(٥) اختلاف عدد ذرات 22.4 L من غاز الأكسجين عن عدد ذرات نفس الحجم من غاز ثاني أكسيد الكربون في (STP) (تجريبي ١٤)

(٦) كثافة غاز (CO_2) أكبر من كثافة غاز (O_2) [C=12 , O=16] (مصر أول ١١ ، مصر أول ١٤)

(٧) غاز الهيدروچين (H_2) أقل الغازات كثافة في (STP) [H=1]

(٨) لا يستخدم مادة قاعدية للتمييز بين دليل عباد الشمس ودليل أزرق بروموثيمول.

(الأزهر أول ٠٩ ، تجريبي ١٠ ، السودان أول ١٤)

(٩) لا يستخدم مادة حمضية للتمييز بين دليل الميثيل البرتقالي وعباد الشمس.

(١٠) عدم استخدام دليل الفينولفيثالين للكشف عن الوسط الحامضي (مصر ثان ١٢)

(١١) عدم اسخدام دليل الفينولفثالين للكشف عن الأوساط المتعادلة.

(١٢) استخدام الأدلة الكيميائية في تفاعلات المعايرة بين الأحماض والقواعد.

(١٣) استخدام ورق ترشيح عديم الرماد عند إجراء التحليل الكيميائي بطريقة الترسيب. (السودان أول ١٤)

---

٣ ما المقصود بكل من :

(١) كثافة الهيليوم 0.178 g/L

(٢) محلول حمض الهيدروكلوريك تركيزه ٠,١ مولار [Cl=35.5 , H=1]

(٣) محلول هيدروكسيد الصوديوم المائي تركيزه ٥%

(٤) طريقة التطاير في التحليل الكمي. (مصر أول ١٤)

(٥) طريقة الترسيب في التحليل الكمي.

(٦) المعايرة.

(٧) الأدلة.

(٨) نقطة التعادل.

(٩) تفاعلات التعادل.

---

٤ اكتب العلاقة الرياضية الدالة على كل من :

(١) عدد مولات المادة وكتلتها بوحدة (g)

(٢) عدد مولات المادة وعدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدة الصيغة.

(٣) عدد مولات الغاز وحجمه باللتر عند معدل الضغط ودرجة الحرارة القياسي.

(٤) الكتلة المولية لغاز كثافته (g/L) عند معدل الضغط ودرجة الحرارة.

(٥) تركيز المحلول (mol/L) وكل من عدد المولات المذاب وحجم المحلول (L)

(٦) النسبة المئوية الكتلية لعنصر في مركب.

(٧) النسبة المئوية الكتلية لمركب في عينة غير نقية.

(٨) النسبة المئوية للناتج الفعلي بالنسبة للناتج النظري.

(٩) حجم وتركيزات كل من الحمض والقلوي عند تمام تعادلهما في عملية المعايرة.

(١٠) النسبة المئوية لماء التبلر في عينة متهدرتة.

(الأزهر أول ٠٩ ، تجريبي ١٠ ، مصر ثان ١١)

٦ أسئلة متنوعة :

(١) ما دور الأدلة الكيميائية في عملية المعايرة **(السودان أول ٠٧ ، مصر ثان ٠٨ ، السودان أول ١٠)**

(٢) اذكر استخدام **واحد :** لعدد أفوجادرو **(مصر أول ١٠)**

(٣) وضح خطوات حساب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم بمعادلته بمحلول قياسي من حمض الهيدروكلوريك **(السودان أول ٠٨ ، الأزهر أول ١٢)**

(٤) كيف تميز عملياً بين كل من :

(أ) محلول عباد الشمس ومحلول الفينولفثالين **(مصر أول ٠٩ ، مصر أول ١٠)**

(ب) محلول الميثيل البرتقالي ومحلول عباد الشمس

(جـ) محلول عباد الشمس ومحلول أزرق بروموثيمول **(الأزهر أول ١٤)**

(ء) محلول هيدروكسيد الصوديوم ومحلول حمض الهيدروكلوريك (باستخدام دليل أزرق بروموثيمول)

(٥) قارن بين كل من :

(أ) الأساس العلمي الذي بني عليه التحليل الكمي الوزني بطريقتي (التطاير – الترسيب)

(الأزهر أول ١٤)

(ب) التحليل الكمي والتحليل الكيفي. **(مصر أول ١٥)**

---

٧ اجب عن المسائل التالية :

مسائل التراكم المعرفي :

(١) احسب كتلة الأمونيا الناتجة من تسخين **3.7 g** من هيدروكسيد الكالسيوم مع كمية كافية من كلوريد الأمونيوم

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2NH_3 + 2H_2O + CaCl_2$$

[H=1 , N=14 , O=16 , Ca=40] **(السودان ثان ٠٧)**

(1.7 g)

---

(٢) احسب كتلة غاز ثاني أكسيد الكربون المتصاعد من تفاعل **1 g** من كربونات الكالسيوم مع وفرة من حمض الهيدروكلوريك

$$2HCl + CaCO_3 \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

[O=16 , C=12 , Ca=40] **(السودان أول ٠٩)**

(0.44 g)

---

(٣) احسب كتلة الماء الناتج عن احتراق **1 g** من الجلوكوز **($C_6H_{12}O_6$)** ؟

[H=1 , O=16 , C=12]

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\Delta} 6CO_2 + 6H_2O$$

(0.6 g)

---

(٤) احسب العدد الكلي للجزيئات الموجودة في **34 g** من غاز النشادر **(NH_3)** **[N=14 , H=1]**

(1.204×10^{24} molecule)

---

(٥) احسب عدد جزيئات غاز الأكسجين الناتج من تسخين **21.3 g** من كلورات الصوديوم **($NaClO_3$)** إلى كلوريد صوديوم وأكسجين

$$2NaClO_3 \xrightarrow{\Delta} 2NaCl + 3O_2$$

[Na=23 , Cl=35.5 , O=16] **(الأزهر أول ١٤)**

(1.806×10^{23} molecule)

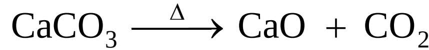
(٦) احسب عدد الأيونات الكلية الناتجة عن الذوبان **7.1 g** من كبريتات الصوديوم في الماء.

(مصر ثان ٠٧ ، الأزهر أول ٠٩) **[Na=23 , S=32 , O=16]**

(9.03×10^{22} ion)

---

(٧) احسب كتلة أكسيد الكالسيوم الناتج من تحلل **50 g** من كربونات الكالسيوم حرارياً ، ثم احسب حجم ثاني أكسيد الكربون المتصاعد.



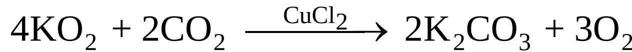
$$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2$$

(مصر ثان ٠٩) **[Ca=40 , C=12, O=16]**

(28 g - 11.2 L)

---

(٨) مركب سوبر أكسيد البوتاسيوم **KO_2** يستخدم في تنقية الهواء الجوي من ثاني أكسيد الكربون في الأجواء المغلقة، فإذا استخدم **14.2 g** من **KO_2**، احسب حجم الأكسچين المتكون باللتر.



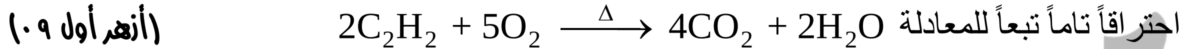
$$4KO_2 + 2CO_2 \xrightarrow{CuCl_2} 2K_2CO_3 + 3O_2$$

(مصر أول ٠٩) **[O=16 , K=39]**

(3.36 L)

---

(٩) احسب حجم غاز الأكسچين في معدل الضغط ودرجة الحرارة اللازم لحرق **8 L** من غاز الأسيتيلين احتراقاً تاماً تبعاً للمعادلة



$$2C_2H_2 + 5O_2 \xrightarrow{\Delta} 4CO_2 + 2H_2O$$

(أزهر أول ٠٩)

(20 L)

---

(١٠) كثافة غازين (أ) ، (ب) عند الظروف القياسية هما **0.089 g/L ، 3.17 g/L** على التوالي ، احسب الكتل الجزيئية لكل من الغازين.

(2 g/mol - 71 g/mol)

---

(١١) احسب تركيز المحلول الناتج من إذابة **5.3 g** من كربونات الصوديوم في الماء إذا كان حجم المحلول الناتج **500 mL**

[Na=23 , C=12 , O=16]

(0.1 mol/L)

---

(١٢) احسب النسبة المئوية لكتلة الأكسچين في الكحول الميثيلي **(CH_3OH)**

[C=12 , O=16 , H=1]

(50 %)

---

(١٣) احسب كتلة الحديد الموجودة في طن **(1000 kg)** من خام الهيماتيت **Fe_2O_3** إذا علمت أن نسبة الحديد في الخام **58%**

[Fe=56 , O=16]

(580 Kg)

---

(١٤) يحتوي خام الهيماتيت على **45%** من أكسيد الحديد **(III) (Fe_2O_3)** كم كيلو جرام من الخام يلزم لإنتاج طن واحد من الحديد في الفرن العالي.



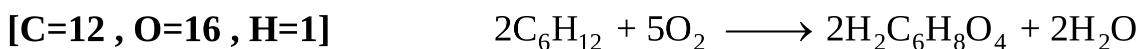
$$Fe_2O_3 + 3CO \xrightarrow{700°C} 2Fe + 3CO_2$$

(مصر أول ٠٧) **[Fe=56 , O=16]**

(3174.6 kg)

---

(١٥) يعتبر حمض الأديبك **($H_2C_6H_8O_4$)** مادة خام تستخدم في صناعة النايلون ، ويحضر هذا الحمض في الصناعة بأكسدة السيكلو هكسان **(C_6H_{12})** من خلال التفاعل التالي :



$$2C_6H_{12} + 5O_2 \longrightarrow 2H_2C_6H_8O_4 + 2H_2O$$

[C=12 , O=16 , H=1]

(أ) في إحدى التفاعلات السابقة استهلك **25 g** من السيكلو هكسان تماماً ، احسب كتلة حامض الأديبك الناتج نظرياً.
(43.45 g)

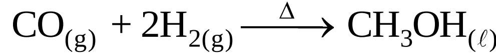
(ب) إذا علمت أن الناتج الفعلي من حامض الأديبك في التفاعل السابق هو **33.5 g** ، ما هي النسبة المئوية للناتج ؟
(77.1 %)

---

(١٦) ينتج الكحول الميثيلي تحت ضغط عالي من خلال التفاعل التالي :

$$CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} CH_3OH_{(\ell)}$$

فإذا نتج **6.1 g** من الكحول الميثيلي من تفاعل **1.2 g** من الهيدروجين مع وفرة من أول أكسيد الكربون، احسب النسبة المئوية للناتج الفعلي. **[C=12 , H=1 , O=16]**
(64%)



مسائل التحليل الحجمي بطريقة معايرة التعادل :

(١٧) 🕮 أجريت معايرة لمحلول هيدروكسيد الصوديوم **25 mL** مع حمض الكبريتيك **0.1 mol/L** فكان حجم الحمض المستهلك عند نقطة التكافؤ هو **8 mL** احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم.
(0.064 mol/L)

---

(١٨) 🕮 أجريت معايرة **20 mL** من محلول هيدروكسيد الكالسيوم **$Ca(OH)_2$** باستخدام حمض الهيدروكلوريك **0.05 mol/L** وعند تمام التفاعل استهلك **25 mL** من الحمض ، احسب تركيز هيدروكسيد الكالسيوم. (مصر أول ١٠)
(0.03125 mol/L)

---

(١٩) 🕮 احسب حجم حمض الهيدروكلوريك **0.1 mol/L** اللازم لمعايرة **20 mL** من محلول كربونات الصوديوم **0.5 mol/L** حتى تمام التفاعل.
(200 mL)

---

(٢٠) احسب حجم حمض الهيدروكلوريك **0.2 mol/L** اللازم لمعايرة **20 mL** من محلول كربونات الصوديوم **0.4 mol/L** حتى تمام التفاعل. (السودان أول ٠٧)
(80 mL)

---

(٢١) احسب حجم **4 mol/L** من حمض **(HCl)** بالملليتر اللازم لمعادلة **60 mL** من محلول **3.2 mol/L** من **(NaOH)**
(48 mL)

---

(٢٢) احسب حجم محلول حمض الكبريتيك **0.4 mol/L** اللازم لمعادلة **20 mL** من محلول هيدروكسيد الصوديوم **0.2 mol/L** حتى نقطة التكافؤ.
(5 mL)

---

(٢٣) احسب تركيز **10 mL** من حمض الكبريتيك تفاعلت تماماً مع **16 mL** من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه **0.2 mol/L** (السودان ثان ٠٧)
(0.16 mol/L)

---

(٢٤) 🕮 أوجد كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة في **25 mL** والتي تستهلك عند معايرة **15 mL** من حمض الهيدروكلوريك **0.1 mol/L** **[Na=23 , O=16 , H=1]** (مصر أول ١١)
(0.06 g)

(٢٥) أذيب 4 g من هيدروكسيد الصوديوم في 500 mL من الماء فتعادل 20 mL من هذا المحلول مع 10 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك، احسب تركيز الحمض.

(الأزهر ثان ١٣) [Na=23 , O=16 , H=1]

(0.4 mol/L)

---

(٢٦) أضيف 50 mL من حمض الهيدروكلوريك إلى محلول نترات الفضة فترسب 2.87 g من كلوريد الفضة، احسب حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.5 mol/L والذي يتعادل تماماً مع 20 mL من هذا الحمض.

(الأزهر ثان ١٤) [Ag=108 , Cl=35.5 , H=1]

(20 %)

---

(٢٧) مخلوط من مادة صلبة يحتوي على هيدروكسيد صوديوم وكلوريد صوديوم لزم لمعايرة 0.2 g منه حتى تمام التفاعل 10 mL من 0.1 mol/L من حمض الهيدروكلوريك ، احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط.

(مصر أول ٠٧) [Na=23 , O=16 , H=1]

(20 %)

---

(٢٨) 🕮 مخلوط من مادة صلبة يحتوي على هيدروكسيد صوديوم وكلوريد صوديوم لزم لمعايرة 0.1 g منه حتى تمام التفاعل 10 mL من 0.1 mol/L من حمض الهيدروكلوريك ، احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط. [Na=23 , O=16 , H=1]

(40 %)

---

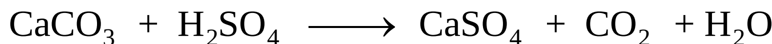
(٢٩) 2 g من خليط من مادة صلبة تحتوي على كربونات الصوديوم وكلوريد الصوديوم تمت معايرتها مع محلول حمض هيدروكلوريك 0.2 mol/L فلزم 100 mL من الحمض لإتمام التفاعل، احسب النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم في الخليط.

(الأزهر أول ١٣) [Na=23 , C=12 , O=16 , Cl=35.5 , H=1]

(47 %)

---

(٣٠) أضيف 10 mL من 0.1 mol/L حمض كبريتيك إلى 0.2 g من عينة غير نقية من كربونات الكالسيوم حتى تمام التفاعل احسب نسبة كربونات الكالسيوم في العينة علماً بأن معادلة التفاعل هي :



$$CaCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + CO_2 + H_2O$$

(مصر ثان ١٠) [Ca=40 , C=12 , O=16 , S=32 , H=1]

(50 %)

مسائل التحليل الكتلي بطريقة التطاير :

(٣١) 🗐 يستخدم كلوريد الكالسيوم اللامائي ($CaCl_2$) كمادة نازعة للماء في المجففات المعملية أخذت عينة من كلوريد الكالسيوم المتهدرت ($CaCl_2.XH_2O$) كتلتها 1.47 g وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها وأصبحت 1.11 g ، احسب عدد مولات جزيئات ماء التبلر في العينة المتهدرتة واستنبط صيغته الجزيئية.

(مصر أول ٠٨) [Ca=40 , Cl=35.5 , H=1 , O=16]

($CaCl_2.2H_2O$ – 2 mol)

---

(٣٢) 🕮 إذا كانت كتلة عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت $BaCl_2.XH_2O$ هي 2.6903 g وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجدت 2.2923 g ، احسب النسبة المئوية لماء التبلر من الكلوريد المتهدرت ، ثم أوجد عدد مولات جزيئات ماء التبلر وصيغته الجزيئية.

(السودان أول ١٤) [O=16 , H=1 , Cl=35.5 , Ba=137]

($CaCl_2.2H_2O$ – 2 mol)

(٣٣) إذا كانت كتلة عينة من كبريتات النحاس المائية $CuSO_4.XH_2O$ هي **2.495 g** وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجدت **1.595 g** ، أوجد عدد مولات جزيئات ماء التبلر والصيغة الجزيئية لها **[Cu=63.5 , S=32 , H=1 , O=16]** **(الأزهر ثان ٠٨)**

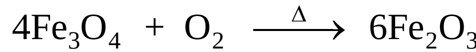
(5 mol – $CuSO_4.5H_2O$)

---

(٣٤) احسب عدد مولات جزيئات ماء التبلر ، واكتب الصيغة الجزيئية لبلورات كلوريد الحديد **(III)** من نتائج التجربة الآتية : **[Fe=56 , Cl=35.5 , H=1 , O=16]**

1. كتلة زجاجة الوزن فارغة = **9.375 g**
2. كتلة الزجاجة + كلوريد الحديد **(III)** المتهدرت = **10.7275 g**
3. كتلة الزجاجة بعد التسخين = **10.1875 g**

($FeCl_3.6H_2O$ – 6 mol)



مسائل التحليل الكتلي بطريقة الترسيب :

(٣٥) عند أكسدة **0.5 g** من خام المجنتيت Fe_3O_4 ليتحول إلى أكسيد حديد **(III)** نتج **0.411 g** من Fe_2O_3 احسب النسبة المئوية للأكسيد الأسود Fe_3O_4 في الخام. **[Fe=56 , O=16]**

$$4Fe_3O_4 + O_2 \xrightarrow{\Delta} 6Fe_2O_3$$

(79.46 %)

---

(٣٦) 📖 أذيب **2 g** من كلوريد الصوديوم غير النقي في الماء وأضيف إليه وفرة من نترات الفضة فترسب **4.628 g** من كلوريد الفضة احسب نسبة الكلور في العينة **(مصر ثان ١١ ، أزهر أول ١٤)**

(57.25%) **[Na=23 , Cl=35.5 , Ag=108 , N=14 , O=16]**

---

(٣٧) أذيب **4 g** من كلوريد الصوديوم غير النقي في الماء وأضيف إليه وفرة من محلول نترات الفضة فترسب **9.256 g** من كلوريد الفضة ، احسب النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم في العينة

[Na=23 , Cl=35.5 , Ag=108 , N=14 , O=16] **(مصر أول ٠٦)**

(94.33 %)

---

(٣٨) هيدركربون كتلته الجزيئية **58 g** ويحتوي المول منه على **48 g** كربون ، اكتب الصيغة الجزيئية للمركب. **[C=12 , H=1]** **(مصر أول ٠٨)**

(C_4H_{10})

---

(٣٩) عينة غير نقية من الرخام $CaCO_3$ كتلتها **6 g** ، أذيب في كمية من حمض **HCl** وعند إتمام التفاعل كانت كتلة الرخام المتبقية **5 g** ، احسب كتلة الحمض المتفاعلة. **(أزهر ثان ٠٩)**

[C=12 , O=16 , Ca=40 , H=1 , Cl=35.5]

(0.73 g)

---

(٤٠) أضيف محلول كبريتات الصوديوم إلى محلول من كلوريد الباريوم حتى تمام ترسيب كبريتات الباريوم وتم فصل الراسب بالترشيح والتجفيف فوجد أن كتلته = **2 g** ، احسب كتلة كلوريد الباريوم في المحلول

[O=16 , S=32 , Cl=35.5 , Ba=137]

(1.785 g)

الباب الثالث الاتزان الكيميائي

- **النظام المتزن**

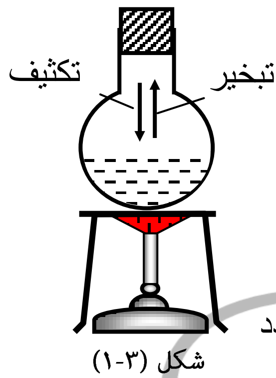
نظام ساكن على المستوى المرئي ونظام ديناميكي على المستوى غير المرئي

الاتزان في الأنظمة الفيزيائية :

الخطوات : نضع كمية من الماء في إناء مغلق على موقد مشتعل.

الملاحظة :

* تحدث عمليتين متضادتين أو متعاكستين هما عمليتا التبخير والتكثيف.
* في بداية التسخين يكون معدل تبخير الماء هي العملية السائدة يصحبها زيادة في الضغط البخاري.



شكل (٣-١)

- **الضغط البخاري**

ضغط بخار الماء الموجود في الهواء عند درجة حرارة معينة

* وتستمر عملية التبخير حتى يتساوى الضغط البخاري مع ضغط بخار الماء المشبع.

- **ضغط بخار الماء المشبع**

أقصى ضغط لبخار الماء يمكن أن يوجد في الهواء عند درجة حرارة معينة

الاستنتاج : تحدث حالة اتزان بين سرعة التبخير وسرعة التكثيف، ويكون عندها عدد جزيئات الماء التي تتبخر مساو لعدد جزيئات البخار التي تتكثف.

ماء (سائل) $\underset{\text{تكثيف}}{\overset{\text{تبخير}}{\rightleftharpoons}}$ ماء (بخار)

وكما يحدث اتزان في الأنظمة الفيزيائية يحدث أيضاً اتزان في العديد من التفاعلات الكيميائية ويمكن تقسيم التفاعلات الكيميائية إلى نوعين هما :

التفاعلات الكيميائية
- تفاعلات تامة (غير إنعكاسية)
- تفاعلات غير تامة (إنعكاسية)

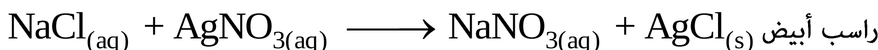
أولاً التفاعلات التامة (غير الانعكاسية) Complete Reactions

- **التفاعلات التامة**

تفاعلات تسير في اتجاه واحد غالباً (الاتجاه الطردي تقريباً) حيث يصعب على المواد الناتجة التي تحتوي على غاز أو راسب أن تتحد مع بعضها مرة أخرى لتكوين المواد المتفاعلة في نفس ظروف إجراء التفاعل.

أمثلة :

(أ) عند إضافة محلول كلوريد الصوديوم إلى محلول نترات الفضة نلاحظ تكون **راسب** أبيض من كلوريد الفضة.



$NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$ راسب أبيض

(ب) عند وضع شريط من الماغنسيوم في محلول حمض الهيدروكلوريك يتصاعد **غاز** الهيدروچين.



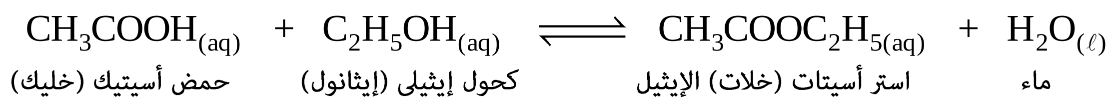
$$Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_2 + H_{2(g)}$$ غاز الهيدروچين

ثانياً تفاعلات انعكاسية (غير تامة) Reversible Reactions

- **التفاعلات الإنعكاسية**

تفاعلات تكون المواد المتفاعلة والمواد الناتجة من التفاعل موجودة باستمرار فى حيز التفاعل

مثال : عند تعادل مول من حمض الأسيتيك (الخليك) مع مول من الكحول الإيثيلي (الإيثانول) فإن من المتوقع من معادلة التفاعل الآتية تكون مول من الأستر أسيتات (خلات) الإيثيل ومول من الماء.



$$CH_3COOH_{(aq)} + C_2H_5OH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_{5(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

حمض أسيتيك (خليك) — كحول إيثيلي (إيثانول) — استر أسيتات (خلات) الإيثيل — ماء

إذا اختبرنا محلول تفاعل الأسترة بورقة عباد الشمس زرقاء نجدها تحمر رغم أن المواد الناتجة من التفاعل متعادلة التأثير على عباد الشمس ... فما سبب هذه الحموضة إذن ؟

التفاعل السابق ليس من التفاعلات التامة والتي تسير في اتجاه تكوين النواتج فقط ، ويعتبر من التفاعلات المنعكسة التي تسير في كلا الاتجاهين الطردي والعكسي.



الاتجاه الطردي : $CH_3COOH_{(aq)} + C_2H_5OH_{(aq)} \longrightarrow CH_3COOC_2H_{5(aq)} + H_2O_{(\ell)}$



الاتجاه العكسي : $CH_3COOC_2H_{5(aq)} + H_2O_{(\ell)} \longrightarrow CH_3COOH_{(aq)} + C_2H_5OH_{(aq)}$

وبالتالي فإن المواد المتفاعلة والمواد الناتجة من التفاعل تكون موجودة باستمرار في حيز التفاعل عند الإتزان ... وهذا يفسر سبب حموضة خليط التفاعل لوجود حمض الخليك.

- **الإتزان الكيميائي في التفاعلات الإنعكاسية**

نظام ديناميكي يحدث عندما يتساوى معدل التفاعل الطردي مع معدل التفاعل العكسي وتثبت تركيزات المتفاعلات والنواتج ويظل الاتزان قائماً طالماً كانت جميع المواد المتفاعلة والناتجة موجودة في وسط التفاعل (لم يتصاعد غاز ولم يتكون راسب) وما دامت ظروف التفاعل مثل درجة الحرارة أو الضغط ثابتة

معدل التفاعل الكيميائي Rate of Chemical Reaction

- **معدل (سرعة) التفاعل الكيميائي**

تغير تركيز المواد المتفاعلة في وحدة الزمن.

ملحوظة :	* وحدة قياس تركيز المحلول **(mol/L)**	* وحدة قياس الزمن **(الثانية)** أو **(الدقيقة)**

(س) قارن بين معدل (سرعة) التفاعل التام والتفاعل الإنعكاسي موضحا بالرسم البياني ؟

التفاعلات التامة	التفاعلات الإنعكاسية
يقل تركيز المواد المتفاعلة إلى أن تستهلك تقريباً ويزداد تركيز المواد الناتجة من التفاعل. شكل (٣-٢)	يقل تركيز المواد المتفاعلة ويزداد تركيز المواد الناتجة إلى أن يصلا إلى حالة الاتزان. شكل (٣-٣) ، شكل (٣-٤) ، شكل (٣-٥)
$Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_2 + H_{2(g)}$	$CH_3COOH_{(aq)} + C_2H_5OH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_{5(aq)} + H_2O_{(\ell)}$

شكل (٣-٢)	شكل (٣-٣)	شكل (٣-٤)	شكل (٣-٥)
تفاعل تام تركيز المتفاعلات أقل ما يمكن وتركيز النواتج أكبر ما يمكن	تفاعل إنعكاسي تركيز النواتج = تركيز المتفاعلات عند الإتزان : معدل التفاعل الطردي = معدل التفاعل العكسي	تفاعل إنعكاسي تركيز النواتج < تركيز المتفاعلات عند الإتزان : معدل التفاعل الطردي = معدل التفاعل العكسي	تفاعل إنعكاسي تركيز النواتج > تركيز المتفاعلات عند الإتزان : معدل التفاعل الطردي = معدل التفاعل العكسي

أنواع التفاعلات الكيميائية حسب معدل (سرعة) التفاعل :

(١) تفاعلات لحظية نسبياً : تفاعلات تنتهي نسبياً في وقت قصير جداً.

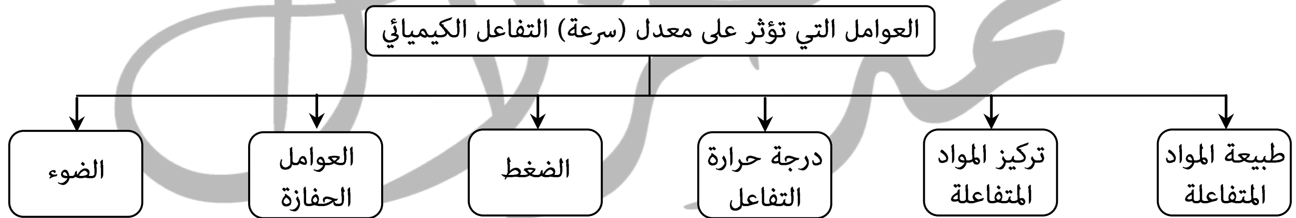
مثل : تفاعل محلول نترات الفضة مع محلول كلوريد الصوديوم حيث ينتج راسب أبيض شحيح الذوبان من كلوريد الفضة بمجرد خلط المواد المتفاعلة.

(٢) تفاعلات بطيئة نسبياً : تفاعلات تنتهي في وقت أطول نسبياً.

مثل : تفاعل الزيوت النباتية مع الصودا الكاوية لتكوين الصابون والجلسرين.

(٣) تفاعلات بطيئة جداً : تفاعلات يتطلب حدوثها شهوراً عديدة.

مثل : تفاعل تكوين الصدأ.



أولاً طبيعـة المـواد المتفاعلـة :

يقصد بطبيعة المواد المتفاعلة عاملان مهمان هما :

(أ) نوع الترابط في المواد المتفاعلة :

① **عندما تكون المواد المتفاعلة أيونية :** تكون التفاعلات لحظية وسريعة جداً ... **علل** ؟ لأن التفاعل يتم بين الأيونات حيث أن أيونات المواد المتفاعلة تتفاعل بسرعة بمجرد خلطها.

مثال : تفاعل محلول كلوريد الصوديوم مع محلول نترات الفضة.

② **عندما تكون المواد المتفاعلة تساهمية :** تكون التفاعلات بطيئة عادة ... **علل** ؟

لأن التفاعل يتم بين الجزيئات.

مثال : تفاعل الأسترة بين حمض الخليك (الأسيتيك) والكحول الإيثيلي (الإيثانول)

(ب) مساحة السطح المعرض للتفاعل :

تلعب درجة تجزئة المادة دوراً مهماً في زيادة سرعة التفاعل ... **علل** ؟

لأنه بزيادة مساحة السطح المعرض للتفاعل يزداد سرعة التفاعل.

تجربة توضح أثر مساحة سطح المتفاعلات على سرعة التفاعل الكيميائي

الخطوات :

(١)ضع كتلتين متساويتين من الخارصين في أنبوبتي اختبار، إحداهما على هيئة مسحوق والأخرى على هيئة قطع.
(٢)اضف إلى كل منهما حجماً متساوياً من حمض الهيدروكلوريك المخفف.

المشاهدة :

التفاعل في حالة المسحوق ينتهي في وقت أقل من التفاعل في حالة القطع.

الاستنتاج :

كلما زادت مساحة سطح المتفاعلات المعرض للتفاعل، كلما كان معدل التفاعل أسرع.

ثانياً تركيز المواد المتفاعلة :


جولد برج وفاج

كلما زاد عدد الجزيئات المتفاعلة (أي كلما زاد التركيز) زادت فرص التصادم وزادت سرعة التفاعل الكيميائي.
وقد أوجد العالمان النرويجيان **جولد برج Guldberg** ، و **فاج Waage** القانون الذي يعبر عن العلاقة بين سرعة التفاعل الكيميائي وتركيز المواد المتفاعلة، وهو ما يعرف بقانون فعل الكتلة

قانون فعل الكتلة Law of Mass Action

يتناول هذا القانون تأثير التركيز على معدل التفاعل وينص على :

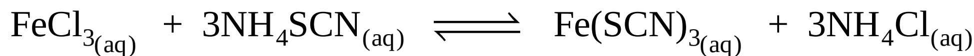
- **قانون فعل الكتلة**

عند ثبوت درجة الحرارة تتناسب سرعة التفاعل تناسباً طردياً مع حاصل ضرب التركيزات الجزيئية لمواد التفاعل (كُل مرفوع لأُس يساوي عدد مولات الجزيئات أو الأيونات فى معادلة التفاعل موزونة)

تجربة : توضح قانون فعل الكتلة (تأثير التركيز على معدل التفاعل الكيميائي)

الخطوات :	المشاهدة :
(١) أضف محلول كلوريد الحديد III **(ذو اللون الأصفر الباهت)** تدريجياً إلى محلول ثيوسيانات الأمونيوم **(عديم اللون)**	(١) يتلون المحلول باللون الأحمر الدموي.
(٢) أضف المزيد من محلول كلوريد الحديد III	(٢) يزداد لون المحلول احمراراً

الاستنتاج :



$$FeCl_{3(aq)} + 3NH_4SCN_{(aq)} \rightleftharpoons Fe(SCN)_{3(aq)} + 3NH_4Cl_{(aq)}$$

كلوريد حديد (III) (أصفر باهت)	ثيوسيانات أمونيوم (عديم اللون)	ثيوسيانات حديد (III) (أحمر دموي)	كلوريد الأمونيوم

عند زيادة التركيز الجزئي لمحلول كلوريد الحديد III ينشط التفاعل في اتجاه تكوين ثيوسيانات الحديد III (أي يزداد معدل التفاعل الطردي)

استنتاج قانون ثابت الاتزان K_c

عندما يتساوى معدل التفاعل العكسي (r_2) مع معدل التفاعل الطردي (r_1) في التفاعل السابق فإن التفاعل يكون قد وصل إلى حالة الاتزان.
ويعبر عن كلا المعدلين للتفاعل بما يأتي :

$\because\ r_1 \ \alpha\ [FeCl_3]\ [NH_4SCN]^3 \quad \Rightarrow \quad \therefore\ r_1 = k_1\ [FeCl_3]\ [NH_4SCN]^3$

$\because\ r_2 \ \alpha\ [Fe(SCN)_3]\ [NH_4Cl]^3 \quad \Rightarrow \quad \therefore\ r_2 = k_2\ [Fe(SCN)_3]\ [NH_4Cl]^3$

ملاحظات هامة :

① الأقواس المستطيلة **[ ]** تدل على التركيزات بوحدة **(mol/L)**

② (k_1) ثابت معدل التفاعل الطردي. ③ (k_2) ثابت معدل التفاعل العكسي.

عند الاتزان يتساوى معدل التفاعل الطردي (r_1) مع معدل التفاعل العكسي (r_2)

$$r_1 = r_2$$

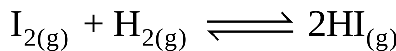
$$k_1\ [FeCl_3]\ [NH_4SCN]^3 = k_2\ [Fe(SCN)_3]\ [NH_4Cl]^3$$

$$\therefore\ \frac{k_1}{k_2} = k_c = \frac{[Fe(SCN)_3]\ [NH_4Cl]^3}{[FeCl_3]\ [NH_4SCN]^3}$$

خارج قسمة $\frac{k_1}{k_2}$ مقدار ثابت يرمز له بالرمز $\mathbf{K_C}$ ويعرف بثابت الاتزان لهذا التفاعل.

مثـال (1)

احسب ثابت الاتزان للتفاعل التالي :



$I_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$

إذا علمت أن تركيزات كل من اليود، والهيدروجين، ويوديد الهيدروجين عند الاتزان هي على الترتيب **(1.563 , 0.221 , 0.221 mol/L)**

الإجـــابة

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2]\ [I_2]} = \frac{(1.563)^2}{0.221 \times 0.221} = 50$$

ملاحظـات هامـة جـداً :

① القيم الصغيرة لثابت الاتزان $\mathbf{(K_C < 1)}$ .. تعني أن حاصل ضرب تركيز النواتج (في البسط) **أقل من** تركيز المواد المتفاعلة (في المقام) "كل مرفوع لأس يساوي عدد مولاته" .. مما يعني أن التفاعل لا يسير بشكل جيد نحو تكوين النواتج وأن التفاعل العكسي هو السائد (له دور فعال). شكل (٣-٤)

مثال : ذوبانية كلوريد الفضة في الماء: $AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}\ ,\ K_c = 1.7 \times 10^{-10}$

القيمة الصغيرة لثابت الاتزان $\mathbf{K_C}$ للتفاعل السابق **تدل على أن** كلوريد الفضة شحيح الذوبان في الماء.

② القيم الكبيرة لثابت الاتزان $\mathbf{(K_C > 1)}$ .. تعني أن حاصل ضرب تركيز النواتج (في البسط) **أكبر من** تركيز المواد المتفاعلة (في المقام) "كل مرفوع لأس يساوي عدد مولاته" .. مما يعني أن التفاعل لا يسير بشكل جيد نحو تكوين المتفاعلات وأن التفاعل الطردي هو السائد (له دور فعال). شكل (٣-٥)

مثال : تفاعل الكلور مع الهيدروجين $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)}\ ,\ K_c = 4.4 \times 10^{32}$

القيمة الكبيرة لثابت الاتزان $\mathbf{K_C}$ للتفاعل السابق **تدل على** صعوبة انحلال كلوريد الهيدروچين إلى عنصريه.

③ **لا يكتب تركيز الماء النقي كمذيب أو المواد الصلبة أو الرواسب في معادلة حساب ثابت الاتزان** ... **علل** ؟ لأنها تركيزات ثابتة بوجه عام مهما اختلفت كميتها لأن قيمتها لا تتغير بدرجة ملموسة ومقدار ما يتفكك منها مقدار ضئيل جداً.

④ القيمة العددية لثابت الاتزان لا تتغير بتغير تركيز المواد المتفاعلة أو الناتجة عند نفس درجة الحرارة.

ثالثاً تأثيـــر درجـــة الحـــرارة :

يمكن تفسير تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل الكيميائي في ضوء نظرية التصادم التي تفترض أنه يشترط لحدوث التفاعل الكيميائي أن تصطدم جزيئات المواد المتفاعلة بحيث **تكون الجزيئات المتصادمة ذات السرعات العالية جداً فقط هي التي تتفاعل** ... **علل** ؟ لأن طاقتها الحركية العالية تمكنها من كسر الروابط بين الجزيئات فيحدث التفاعل الكيميائي

● **طاقة التنشيط** ●

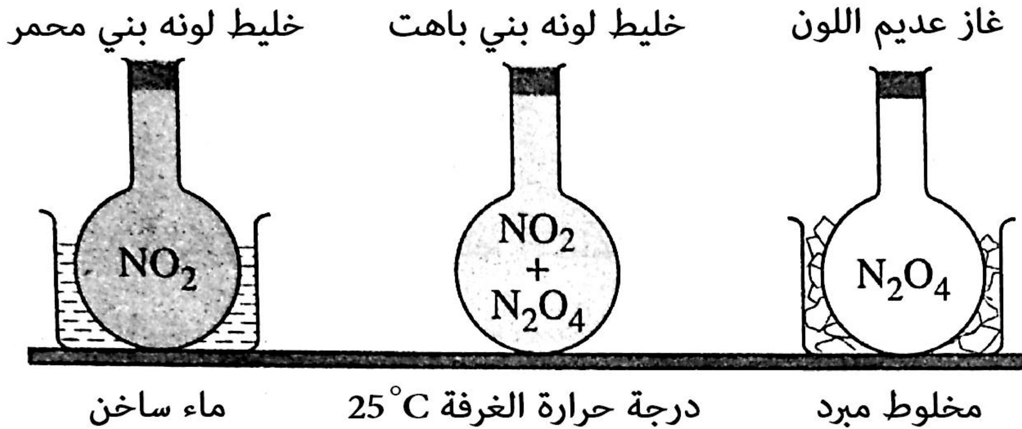
الحد الأدنى من الطاقة الحركية التي يجب أن يمتلكها الجزئ لكي يتفاعل عند التصادم

● ***الجزيئات المنشطة*** ●

الجزيئات ذات الطاقة الحركية المساوية لطاقة التنشيط أو تفوقها

ملاحظات هامة :	(1) نستنتج من هذه النظرية أن زيادة درجة الحرارة يزيد نسبة الجزيئات المنشطة وبالتالي يزيد معدل التفاعل الكيميائي. (2) قد وجد أن كثيراً من التفاعلات الكيميائية تتضاعف سرعتها تقريباً إذا ارتفعت درجة الحرارة بمقدار **عشر درجات مئوية**.

تجربة : لإيضاح تأثير درجة الحرارة على سرعة تفاعل متزن



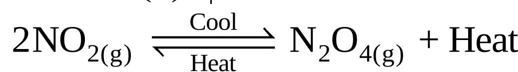
الخطوات :

(١) ضع دورق زجاجي يحتوي على غاز ثاني أكسيد النيتروجين (لونه بني محمر) في إناء به مخلوط مبرد.
(٢) اخرج الدورق من المخلوط المبرد، واتركه لتعود درجة حرارته إلى درجة حرارة الغرفة (25°C)
(٣) ضع الدورق في إناء به ماء ساخن.

المشاهدة :

(١) عند انخفاض درجة الحرارة تقل درجة اللون تدريجياً حتى يزول اللون البني المحمر.
(٢) يبدأ اللون البني المحمر في الظهور ولا يلبث أن يعود إلى ما كان عليه.
(٣) تزداد درجة اللون البني المحمر

الاستنتاج :



$$2NO_{2(g)} \underset{Heat}{\overset{Cool}{\rightleftharpoons}} N_2O_{4(g)} + Heat$$

بني محمر   عديم اللون

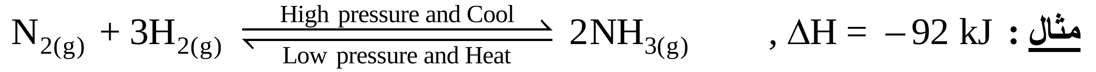
إزاحة (امتصاص) الحرارة من تفاعل متزن طارد للحرارة ينتج عنها سير التفاعل في الاتجاه الطردي الذي ينتج فيه حرارة.

✲ **في التفاعل الطارد للحرارة** : يسير التفاعل في الاتجاه الطردي بالتبريد وفي الاتجاه العكسي بالتسخين. ✲ **في التفاعل الماص للحرارة** : يسير التفاعل في الاتجاه الطردي بالتسخين وفي الاتجاه العكسي بالتبريد.

رابعاً تأثيــر الضغـــط :

ملاحظات :	① تركيز المواد في المحاليل يعبر عنها عادة بالمولارية ، ويتم التعبير عنها بوضع المادة بين قوسين مربعين [ ] ② إذا كانت المواد الداخلة في التفاعل أو الناتجة منه في الحالة الغازية فإن التعبير عن التركيز يتم عادة باستخدام ضغطها الجزئي.

مثال :



$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \underset{\text{Low pressure and Heat}}{\overset{\text{High pressure and Cool}}{\rightleftharpoons}} 2NH_{3(g)} \quad , \Delta H = -92\ kJ$$

(4 mol) تشغل حجم أكبر		(2 mol) تشغل حجم أقل

من المثال السابق نجد أن **4 مول** من الجزيئات تتفاعل لينتج **2 مول** من جزيئات النشادر.. أي أن تكوين النشادر يكون مصحوباً بنقص في عدد المولات وبالتالي ينقص في الحجم .. وقد وجد أنه بالضغط والتبريد يزداد معدل تكون غاز النشادر.

نستنتج من المثال السابق : في التفاعلات الغازية المتزنة الطاردة للحرارة فإن :

① زيادة الضغط يجعل التفاعل ينشط في الاتجاه الذي يقل فيه الحجم.
② التبريد يجعل التفاعل ينشط في اتجاه النواتج.

شروط تأثير الضغط على تفاعل كيميائي :
(١) التفاعل يكون متزن (إنعكاسي).
(٢) المتفاعلات والنواتج تكون في الحالة الغازية.
(٣) عدد مولات جزيئات المتفاعلات لا تساوي عدد مولات جزيئات النواتج.

ثابت الاتزان (بدلالة الضغوط الجزئية) K_p :


لو شاتيليه

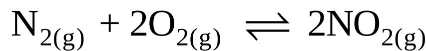
يعبر عن ثابت الاتزان في التفاعلات الغازية (**مثل :** تفاعل تحضير غاز النشادر من عنصريه) بالرمز K_p للدلالة على تركيز المواد معبراً عنه بالضغط الجزئي.

(بدلالة الضغوط الجزئية) ثابت الاتزان $K_p = \dfrac{(P_{NH_3})^2}{(P_{N_2}) \times (P_{H_2})^3}$

ملاحظات :	① القيمة العددية لثابت الاتزان K_p للتفاعل لا تتغير بتغير الضغوط الجزئية للغازات المتفاعلة أو الناتجة في نفس درجة الحرارة. ② الضغط الكلي للتفاعل هو مجموع الضغوط الجزئية لغازاته (والمرتبطة بعدد مولات كل غاز)

مثال (2)

احسب ثابت الاتزان **(K_p)** للتفاعل :



$$N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$

إذا كانت ضغط الغاز NO_2 = 2 atm ، الغاز O_2 = 1 atm ، الغاز N_2 = 0.2 atm
ثم احسب الضغط الكلي للتفاعل.

الإجـــابة

$$K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{(P_{N_2}) \times (P_{O_2})^2} = \frac{(2)^2}{(0.2\times1^2)} = 20$$

الضغط الكلي للتفاعل = $P_{N_2} + P_{O_2} + P_{NO_2} = 0.2 + 1 + 2 = 3.2$ atm

من جملة المشاهدات السابقة وغيرها استطاع العالم الفرنسي "Le Chateller" أن يضع قاعدة تعرف باسمه وهي تصف تأثير العوامل المختلفة من تركيز وحرارة وضغط على الأنظمة المتزنة.

- **قاعدة لوشاتيليه**

إذا حدث تغير في أحد العوامل المؤثرة على نظام في حالة اتزان مثل التركيز ، الضغط ، درجة الحرارة فإن النظام ينشط في الاتجاه الذي يقلل أو يلغي تأثير هذا التغير.

تطبيقات على قاعدة لو شاتيليه

① تغــير التركيــز :

العامل المؤثر	مثال
	$FeCl_{3(aq)} + 3NH_4SCN_{(aq)} \rightleftharpoons Fe(SCN)_{3(aq)} + 3NH_4Cl_{(aq)}$ (أصفر باهت) (عديم اللون) (أحمر دموي)
(١) زيادة تركيز أحد المتفاعلات	عند زيادة تركيز ثيوسيانات الأمونيوم أو كلوريد الحديد III ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي ويزداد اللون الأحمر الدموي.
(٢) زيادة تركيز أحد النواتج	عند زيادة تركيز ثيوسيانات الحديد III أو كلوريد الأمونيوم ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي ويزداد اللون الأصفر الباهت.

② تغــير درجــة الحــرارة :

العامل المؤثر	مثــال
(أ) التفاعلات الطاردة للحرارة (تكتب Heat في النواتج أو ΔH إشارتها سالبة –)	
	$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}\ ,\ \Delta H = -92\ kJ$ $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + Heat$
(١) رفع درجة الحرارة	ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي (المتفاعلات).
(٢) زيادة تركيز أحد النواتج	ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي (النواتج).
(ب) التفاعلات الماصة للحرارة (تكتب Heat في المتفاعلات أو ΔH إشارتها موجبة +)	
	$CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}\ ,\ \Delta H = +175\ kJ$ $CaCO_{3(s)} + Heat \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$
(١) رفع درجة الحرارة	ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي (النواتج).
(٢) خفض درجة الحرارة	ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي (المتفاعلات).

③ تغــير الضغــط :

العامل المؤثر	مثـــال
(أ) عدد مولات جزيئات النواتج أكبر من عدد مولات جزيئات المتفاعلات	
$2O_{3(g)} \rightleftharpoons 3O_{2(g)}$	
(١) زيادة الضغط.	ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي (المتفاعلات).
(٢) نقص الضغط.	ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي (النواتج).
(ب)عدد مولات جزيئات النواتج أصغر من عدد مولات جزيئات المتفاعلات	
$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$	
(١) زيادة الضغط.	ينشط التفاعل في الاتجاه الطردي (النواتج).
(٢) نقص الضغط.	ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي (المتفاعلات).
(جـ) عدد مولات جزيئات النواتج يساوي عدد مولات جزيئات المتفاعلات	
$I_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$	
زيادة أو خفض الضغط	لا يؤثر على اتزان النظام.

تلخيص قاعدة لوشاتيليه «أثر العوامل المختلفة في اتزان التفاعلات الإنعكاسية»

التغير الحادث	اتجاه إزاحة التفاعل	الأثر على ثابت الإتزان
أثر تغير التركيز		
(١) زيادة تركيز أحد المتفاعلات المناسبة.	★ يزاح التفاعل في الاتجاه الطردي.	★ لا يتأثر.
(٢) نقص تركيز أحد المتفاعلات المناسبة.	★ يزاح التفاعل في الاتجاه العكسي.	★ لا يتأثر.
(٣) زيادة تركيز أحد النواتج المناسبة.	★ يزاح التفاعل في الاتجاه العكسي.	★ لا يتأثر.
(٤) نقص تركيز أحد النواتج المناسبة.	★ يزاح التفاعل في الاتجاه الطردي.	★ لا يتأثر.
أثر تغير درجة الحرارة		
(١) رفع درجة حرارة تفاعل طارد للحرارة.	★ يزاح التفاعل في الاتجاه العكسي.	★ يقل.
(٢) خفض درجة حرارة تفاعل طارد للحرارة.	★ يزاح التفاعل في الاتجاه الطردي.	★ يزيد.
(٣) رفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة.	★ يزاح التفاعل في الاتجاه الطردي.	★ يزيد.
(٤) خفض درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة.	★ يزاح التفاعل في الاتجاه العكسي.	★ يقل.
أثر تغير الضغط		
(١) زيادة الضغط (نقص الحجم)	★ يزاح التفاعل في الاتجاه الذي يكون عدد مولات الغاز فيه أقل.	★ لا يتأثر.
(٢) خفض الضغط (زيادة الحجم)	★ يزاح التفاعل في الاتجاه الذي يكون عدد مولات الغاز فيه أقل.	★ لا يتأثر.
(٣) زيادة أو خفض الضغط في التفاعلات التي يكون فيها (عدد مولات الغازات المتفاعلة = عدد مولات الغازات الناتجة)	★ لا يتأثر.	★ لا يتأثر.
أثر إضافة عامل حفاز		
إضافة العوامل الحفازة إلى التفاعلات المتزنة.	★ لا يتأثر.	★ لا يتأثر.

خامساً تأثيـر العوامـل الحفـازة :

علمت مما سبق أن التفاعلات البطيئة تحتاج إلى تسخين لكي تسير بمعدل أسرع ، ولكن إذا كنا بصدد تطبيق هذه التفاعلات في الصناعة فإن **دور الكيميائي في المصنع** يبرز في البحث عن أفضل السبل لزيادة الانتاج وتحسينه بأقل التكاليف وبالتالي استعمال مواد حفازة Catalysts

معظم التفاعلات البطيئة يمكن إسراعها باستعمال مواد حفازة تزيد من معدلها دون الحاجة لزيادة درجة الحرارة ... **علل** ؟ لأن تكاليف الطاقة اللازمة للتسخين لإحداث هذه التفاعلات ستكون عالية مما يؤدي إلى رفع أسعار السلع المنتجة لتحميل تكاليف الطاقة على أسعارها.

- **العامل الحفاز**
  - *** مادة يلزم منها القليل لتغير معدل التفاعل الكيميائي دون أن تتغير أو تغير من وضع الاتزان.**
  - *** مادة تزيد من معدل التفاعلات البطيئة دون الحاجة لزيادة درجة الحرارة.**

دور العامل الحفاز :

① يزيد من سرعة التفاعلات الكيميائية البطيئة.

② يقلل من طاقة التنشيط اللازمة للتفاعل وبالتالي يوفر الطاقة اللازمة للتسخين لاحداث هذه التفاعلات البطيئة أو يقلل من استهلاك هذه الطاقة الحرارية.

③ لا يغير من وضع الاتزان في التفاعلات الانعكاسية ... **علل** ؟

لأنه يسرع التفاعل العكسي والطردي بنفس المعدل.

مجالات استخدام العامل الحفاز :

(١) تستخدم الحفازات في أكثر من **90%** من العمليات الصناعية **مثل :** الأسمدة والبتروكيماويات والأغذية.

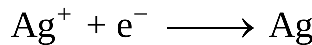
(٢) توضع في المحولات الحفزية المستخدمة في شكمانات السيارات لتحويل غازات الاحتراق الملوثة للجو إلى نواتج آمنة. **والحفازات :** قد تكون عناصر فلزية أو أكاسيدها أو مركباتها.

(٣) تعمل **الإنزيمات (وهي جزيئات من البروتين تتكون في الخلايا الحية)** كعوامل حفز للعديد من العمليات البيولوچية والصناعية.

سادساً تأثيـر الضـوء :

(١) في عملية البناء الضوئي يقوم الكلوروفيل في النبات بامتصاص الضوء وتكوين الكربوهيدرات في وجود ثاني أكسيد الكربون والماء.

(٢) أفلام التصوير تحتوي على بروميد الفضة في طبقة چيلاتينية وعندما يسقط الضوء عليها فإنه يعمل على اكتساب أيون الفضة الموجب لإلكترون من أيون البروميد السالب يتحول إلى فضة ويمتص البروم المتكون في الطبقة الچيلاتينية وكلما زادت شدة الضوء زادت كمية الفضة المتكونة.



$$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$$

تقــويم الـدرس الأول : الاتزان الكيميائي

١ اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات الآتية :

(١) نظام ساكن على المستوى المرئي وديناميكي على المستوى غير المرئي. (مصر أول ١٤)

(٢) ضغط بخار الماء الموجود في الهواء عند درجة حرارة معينة

(٣) أقصى ضغط لبخار الماء يمكن أن يتواجد فى الهواء عند درجة حرارة معينة (السودان أول ٠٧)

(٤) تفاعلات تسير في الاتجاه الطردي فقط لخروج أحد النواتج من حيز التفاعل في صورة راسب أو غاز. (مصر ثان ٩٨)

(٥) تفاعلات تسير في كلا من الاتجاهين الطردي والعكسي وتكون كل من المواد المتفاعلة والناتجة موجودة باستمرار في حيز التفاعل.

(٦) حالة الاتزان التي لا يتغير عندها تركيز المواد المتفاعلة.

(٧) نظام ديناميكي يحدث عند تساوي معدل التفاعل الطردي مع معدل التفاعل العكسي وثبات تركيز المتفاعلات والنواتج ويظل الاتزان قائماً طالما ظلت جميع المواد المتفاعلة والناتجة موجودة في حيز التفاعل ومادامت ظروف التفاعل ثابتة. (مصر أول ٠٨ ، مصر ثان ١٠ ، مصر ثان ١٢ ، تجريبي ١٤)

(٨) مقدار التغير فى تركيز المواد المتفاعلة فى وحدة الزمن. (مصر ثان ٠٧ ، مصر أول ١٢)

(٩) التفاعلات التي تنتهي في وقت قصير جداً، بمجرد خلط المواد المتفاعلة.

(١٠) عند ثبوت درجة الحرارة تتناسب سرعة التفاعل الكيميائى تناسباً طردياً مع حاصل ضرب تركيزات المواد المتفاعلة. (مصر ثان ٠٠ ، مصر ثان ٠٦ ، السودان أول ١٤)

(١١) النسبة بين ثابت معدل التفاعل الطردي إلى ثابت معدل التفاعل العكسي (الأزهر أول ٠٩)

(١٢) التفاعل الذي يسير بشكل جيد عندما يكون ثابت الإتزان K_c صغيراً.

(١٣) التفاعل الذي يسير بشكل جيد عندما يكون ثابت الإتزان K_c كبيراً.

(١٤) الحد الأدنى من الطاقة التى يجب أن يمتلكها الجزئ لكى يتفاعل عند الاصطدام (مصر أول ٠٥ ، السودان ثان ٠٧ ، مصر أول ٠٩، مصر ثان ١١ ، مصر أول ١٤)

(١٥) الجزيئات ذات الطاقة الحركية المساوية لطاقة التنشيط أو تفوقها. (مصر ثان ٠٦)

(١٦) مجموع الضغوط الجزئية لخليط المتفاعلات والنواتج في تفاعل غازي.

(١٧) إذا حدث تغير في أحد العوامل المؤثرة على نظام متزن ، مثل التركيز والضغط ودرجة الحرارة فإن النظام ينشط في الاتجاه الذي يقلل أو يلغي تأثير هذا التغير (تجريبي ١٠ ، مصر أول ١٢)

(١٨) ثابت الإتزان معبراً عنه بالتركيزات المولارية.

(١٩) ثابت الاتزان معبراً عنه بالضغوط الجزيئية للغازات.

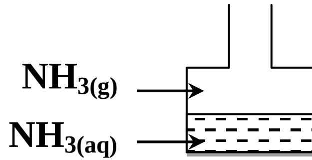
(٢٠) مادة تغير من معدل التفاعل الكيميائى دون أن تتغير أو تغير من وضع الاتزان. (مصر أول ٠٦)

* مادة تقلل من طاقة التنشيط دون أن تتغير أو تغير من وضع الاتزان. (تجريبي ١٤)

(٢١) جزيئات من البروتين تتكون في الخلايا الحية تقوم بدور العوامل الحفازة للعديد من العمليات البيولوجية والصناعية. (مصر ثان ٠٩)

٢ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاه :

(١) الشكل يوضح زجاجة تحتوي على غاز النشادر $NH_{3(g)}$ الذائب في الماء ويمكن أن نصل للاتزان التالي عند ....



أ) إضافة المزيد من الماء
ب) إضافة المزيد من غاز النشادر $NH_{3(g)}$
جـ) تبريد محتويات الزجاجة
د) تغطية فوهة الأنبوبة

(٢) يشتمل التفاعل المتزن على عمليتين ....
أ) متماثلتين ب) متلازمتين
جـ) متعاكستين د) الإجابتان (ب) ، (جـ) صحيحتان

(٣) يتفاعل محلول كلوريد الصوديوم مع محلول نترات الفضة تفاعلاً ....
أ) تاماً ب) لحظي
جـ) إنعكاسي د) الإجابتان (أ) ، (ب) صحيحتان

(٤) يتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع الماغنسيوم تفاعلاً تاماً نظراً ....
أ) لأنه يحدث عند درجة حرارة مرتفعة. ب) لأنه يحدث تحت ضغط مرتفع.
جـ) لخروج غاز الهيدروجين من حيز التفاعل. د) لوجود اتزان بين المتفاعلات والنواتج.

(٥) يتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع الماغنسيوم تفاعلاً تاماً نظراً .... (السودان أول – ح – ١٥)
أ) لأنه يحدث عند درجة حرارة مرتفعة. ب) لأنه يحدث تحت ضغط مرتفع.
جـ) لعدم إمكانية اتحاد غاز الهيدروجين مع محلول كلوريد الماغنسيوم.
د) لوجود اتزان بين المتفاعلات والنواتج.

(٦) تحمر ورقة عباد الشمس الزرقاء بوضعها في محلول تفاعل الأسترة بين حمض الخليك والكحول الإيثيلي نظراً لأن .... (السودان ثان – ح – ١٤)
أ) الكحول الإيثيلي لا يؤثر على ورقة عباد الشمس
ب) لحدوث اتزان ديناميكي وتساوي معدلي التفاعلين الطردي والعكسي
جـ) التفاعل عكسي ويظل حمض الخليك في خليط التفاعل
د) الإجابتان (ب) ، (جـ) صحيحتان

(٧) في أثناء التفاعل الكيميائي التام يوضح معدل التفاعل (العلاقة البيانية بين التركيز والزمن) ....
أ) حدوث اتزان بين المواد المتفاعلة والناتجة من التفاعل
ب) يقل تركيز المواد المتفاعلة إلى أن تستهلك تماماً
جـ) يزداد تركيز المواد الناتجة من التفاعل
د) الإجابتان (ب) ، (جـ) صحيحتان

(٨) في أثناء التفاعل الكيميائي الانعكاسي يوضح الرسم البياني العلاقة بين التركيز والزمن (معدل التفاعل) ....
أ) يقل تركيز المواد المتفاعلة إلى أن تستهلك تماماً
ب) زيادة تركيز المواد الناتجة من التفاعل وقلة تركيز المواد المتفاعلة إلى أن يصلا إلى حالة اتزان
جـ) يزداد تركيز كل من المواد الناتجة من التفاعل والمواد المتفاعلة إلي أن يصلا إلى حالة اتزان
د) لا يحدث أي تغير في تركيز المواد المتفاعلة أو الناتجة منه منذ بدء التفاعل

(٩) من التفاعلات اللحظية تفاعل .... (السودان أول – ح – ١٤)

أ) حمض الخليك والكحول الإيثيلي لتكوين أستر خلات الإيثيل والماء
ب) وضع شريط من الماغنسيوم في محلول حمض الهيدروكلوريك
جـ) محلول نترات الفضة مع محلول كلوريد الصوديوم
ء) الإجابتان (ب) ، (جـ) صحيحتان

(١٠) من التفاعلات البطيئة نسبياً تفاعل ....

أ) محلول نترات الفضة مع محلول كلوريد الصوديوم
ب) الزيوت مع الصودا الكاوية لتكوين الصابون والجلسرين
جـ) وضع شريط من الماغنسيوم في محلول حمض الهيدروكلوريك
ء) محلول هيدروكسيد الصوديوم مع محلول حمض الهيدروكلوريك

(١١) من التفاعلات البطيئة نسبياً تفاعل .... (تجريبي ١٥)

أ) محلول نترات الفضة مع محلول كلوريد الصوديوم.
ب) الكحولات مع الأحماض الكربوكسيلية لتكوين الاسترات والماء.
جـ) وضع شريط من الماغنسيوم في محلول حمض الهيدروكلوريك.
ء) محلول هيدروكسيد الصوديوم مع محلول حمض الهيدروكلوريك.

(١٢) في التفاعل المتزن التالي : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + Heat$ يمكن زيادة تركيز (NH_3) عن طريق .... (مصر ثان ٩٩)

أ) تقليل كمية النيتروجين. ب) ارتفاع درجة الحرارة.
جـ) تقليل كمية الهيدروجين. ء) زيادة الضغط.

(١٣) كل مما يأتي يؤثر على الاتزان الكيميائي عدا .... (مصر ثان ٠٤ ، الأزهر أول ١٤ ، مصر ثان – ح – ١٤)

أ) تركيز المتفاعلات. ب) الضغط. جـ) العامل الحفاز. ء) درجة الحرارة.

(١٤) عامل الحفز يزيد من سرعة التفاعل الكيميائي لأنه ....

أ) يؤثر على موضع الاتزان ب) يغير من قيمة pH
جـ) يقلل من طاقة التنشيط اللازمة للمتفاعلات ء) جميع ما سبق

(١٥) عامل الحفز في التفاعلات الإنعكاسية يعمل على .... (مصر ثان ٠٣)

أ) الوصول لحالة الاتزان بسرعة ب) زيادة سرعة التفاعل الطردي فقط
جـ) زيادة سرعة التفاعل العكسي فقط ء) جميع ما سبق

(١٦) العلاقة بين سرعة التفاعل الكيميائي وتركيز المواد المتفاعلة توصل إليها العالم .... (مصر أول ٠٢)

أ) هايزنبرج ب) لوشاتيليه جـ) جولدبرج وفاج ء) استفالد

(١٧) إذا كانت قيم ثابت الاتزان صغيرة (أقل من الواحد الصحيح) فهذا يعني أن ....

أ) التفاعل عكسي ب) تركيز النواتج أقل من تركيز المتفاعلات
جـ) التفاعل تام ولحظي ء) الإجابتان (أ) ، (ب) صحيحتان

(١٨) إذا كانت قيم ثابت الاتزان كبيرة يدل ذلك على أن ....

أ) التفاعل يستمر لقرب نهايته ب) تركيز المتفاعلات أكبر من تركيز النواتج
جـ) تركيز النواتج أكبر من تركيز المتفاعلات ء) الإجابتان (أ) ، (جـ) صحيحتان

(١٩) يزيد ارتفاع درجة الحرارة من سرعة التفاعل الكيميائي نظراً لأنه ....

أ) يزيد من أعداد الجزيئات المنشطة

ب) يُمّكن الجزيئات المنشطة من كسر الروابط بين ذراتها

جـ) يوفر الطاقة اللازمة للتفاعلات الماصة للحرارة

ء) جميع الإجابات السابقة صحيحة

(٢٠) يزيد ارتفاع درجة الحرارة من سرعة التفاعل الكيميائي نظراً لأنه .... (السودان أول – ح – ١٤)

أ) يزيد من أعداد الجزيئات المنشطة.

ب) يُمّكن الجزيئات المتفاعلة من كسر الروابط بين ذراتها.

جـ) يزيد من فرص التصادم بين الجزيئات المتفاعلة.

ء) جميع ما سبق.

(٢١) زيادة الضغط يزيد من سرعة التفاعلات الكيميائية التي تتميز بـ ....

أ) المواد الداخلة والناتجة من التفاعل تكون في الحالة الغازية

ب) حدوث نقص في حجم الغازات الناتجة بالنسبة لحجم الغازات المتفاعلة

جـ) تكون تلك التفاعلات إنعكاسية

ء) جميع الإجابات السابقة صحيحة

(٢٢) العامل الحفاز يتميز بأنه ....

أ) يزيد من سرعة التفاعلات الكيميائية البطيئة

ب) يوفر الطاقة اللازمة للتسخين لاحداث هذه التفاعلات البطيئة أو يقلل من استهلاك الطاقة الحرارية

جـ) لا يغير من وضع الاتزان في حالة التفاعلات الانعكاسية ولكنه يسرع التفاعلين الطردي والعكسي

ء) جميع الإجابات السابقة صحيحة

(٢٣) التغير الذي يؤدي لزيادة معدل التفاعل الكيميائي ويحافظ على حالة الاتزان هو ....
(مصر أول – ح – ١٥)

أ) تبريد خليط التفاعل ب) تقليل مساحة سطح المتفاعلات

جـ) إضافة عامل مُساعد لخليط التفاعل ء) تقليل تركيز المواد المتفاعلة

(٢٤) عند إضافة قطرات من كلوريد الحديد **(III)** إلى محلول ثيوسيانات الأمونيوم يتكون لون ....
(السودان ثان ٠٧)

أ) أخضر. ب) أحمر دموي. جـ) بنفسجي. ء) برتقالي.

(٢٥) التفاعل الكيميائي التالي في حالة اتزان $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$

فإن زيادة تركيز $\mathbf{O_{2(g)}}$ عند درجة حرارة وضغط ثابتين يؤدي إلى ....

أ) زيادة تركيز $CH_{4(g)}$ ب) زيادة تركيز $CO_{2(g)}$

جـ) نقصان تركيز $CO_{2(g)}$ ء) نقصان تركيز $H_2O_{(g)}$

(٢٦) في النظام المتزن : $N_{2(g)} + O_{2(g)} + Heat \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$

يمكن زيادة كمية NO بواسطة .... (الأزهر أول ١٥)

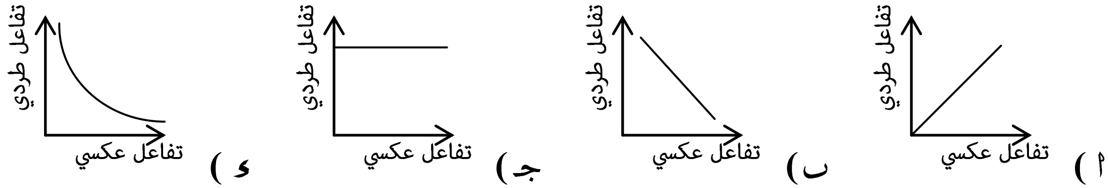
أ) تقليل كمية O_2 ب) زيادة درجة الحرارة

جـ) زيادة الضغط ء) تقليل كمية N_2

(٢٧) تحلل بروميد الفضة في أفلام الموجودة في أفلام التصوير إلى فضة وبروم يتأثر بأحد العوامل الآتية .... (الأزهر ثان ١٤)

أ) الضغط. ب) درجة الحرارة. جـ) الضوء. ء) العامل الحفاز.

(٢٨) يعبر الشكل ....عن العلاقة بين معدل كل من التفاعل الطردي والتفاعل العكسي عند إضافة عامل حفاز للتفاعل. $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ (مصر أول – ح – ١٤)



(٢٩) في التفاعل المحفز : $Cl_{(g)} + O_{(g)} + O_{3(g)} \rightleftharpoons 2O_{2(g)} + Cl_{(g)}$

يقوم العامل الحفاز .... بزيادة معدل ....

أ) O / التفاعل الطردي فقط. ب) Cl / التفاعل الطردي فقط.

جـ) O / التفاعلين الطردي والعكسي معاً. ى) Cl / التفاعلين الطردي والعكسي معاً.

(٣٠) في معظم التفاعلات الكيميائية .... كلما ارتفعت درجة الحرارة بمقدار **10°C**

أ) يقل معدل التفاعل إلى النصف ب) يتضاعف معدل التفاعل الكيميائي

جـ) تقل كتلة المتفاعلات إلى النصف ى) يتضاعف الزمن اللازم لإتمام التفاعل

(٣١) من خواص العامل الحفاز ....

أ) يزيد معدل التفاعل الطردي فقط ب) يزيد تركيز النواتج في التفاعلات المتزنة

جـ) يزيد من طاقة تنشيط التفاعل ى) لا يتغير تركيبه في نهاية التفاعل

(٣٢) أجرى طالب تجربتين لتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع **3 g** من الماغنسيوم ، فلاحظ أن استهلاك الماغنسيوم في التجربة الأولى قد استغرق **3.2 min** ، وفي التجربة الثانية **5.4 min** ، فما الذي فعله الطالب في التجربة الثانية وأدى إلى خفض معدل التفاعل ؟ ....

أ) زيادة درجة الحرارة ب) سحق الماغنسيوم

جـ) خفض تركيز H_2 ى) خفض درجة الحرارة

(٣٣) يفضل التعبير عن تركيز الغازات بطريقة ....

أ) التركيز المولاري. ب) التركيز العياري.

جـ) النسبة المئوية. ى) الضغط الجزئي.

(٣٤) يزيد العامل الحفاز من سرعة التفاعل الكيميائي، لأنه ....

أ) يغير من قيمة ΔH للتفاعل. ب) يقلل من طاقة التنشيط للتفاعل.

جـ) يؤثر في موضع الإتزان. ى) جميع ما سبق.

(٣٥) تعمل الإنزيمات .... للعديد من العمليات البيولوجية والصناعية.

أ) كعوامل حفازة ب) كعوامل مؤكسدة.

جـ) كعوامل مجففة. ى) كمواد مطهرة.

(٣٦) أياً مما يأتي يؤدي إلى خفض طاقة تنشيط التفاعل الكيميائي ؟ ....

أ) إضافة عامل حفاز ب) تغيير مساحة سطح المتفاعلات

جـ) تغيير درجة الحرارة ى) تغيير متوسط طاقة الحركة

(٣٧) إضافة ملح كربونات الصوديوم إلى الماء النقي ....

أ) يزيد من تركيز أيونات H_3O^+ فيه. ب) يرفع قيمة pH له عن 7

جـ) لا يغير من قيمة pH له. ى) يقلل من تركيز أيونات OH^- له.

(٣٨) في التفاعل المتزن التالي : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ تتغير قيمة K_p له، بتغيير ....

أ) درجة الحرارة
ب) تركيزات المتفاعلات
جـ) الضغط الجزيئي للأمونيا
ى) جميع ما سبق

(٣٩) في التفاعل المتزن : $Energy + 2KClO_{3(s)} \rightleftharpoons 2KCl_{(s)} + 3O_{2(g)}$ ينشط التفاعل في الاتجاه العكسي عند ....

أ) إضافة المزيد من O_2
ب) إضافة المزيد من ملح KCl
جـ) إضافة المزيد من ملح $KClO_3$
ى) رفع درجة الحرارة.

(٤٠) في التفاعل المتزن : $C_2H_{6(g)} + Energy \rightleftharpoons C_2H_{4(g)} + H_{2(g)}$ يلزم لزيادة معدل إنتاج C_2H_4 .... درجة الحرارة، .... الضغط.

أ) خفض / خفض
ب) خفض / زيادة
جـ) رفع / زيادة
ى) رفع / خفض

(٤١) يزداد معدل التفاعل : $Zn_{(g)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$ عند زيادة ....

أ) الضغط
ب) درجة الحرارة
جـ) تركيز H_2
ى) تركيز $ZnCl_2$

(٤٢) التغير الذي يؤدي لزيادة معدل (سرعة) التفاعل الكيميائي هو ....

أ) تقليل تركيز المواد المتفاعلة
ب) تقليل مساحة سطح المتفاعلات
جـ) تبريد خليط التفاعل
ى) إضافة عامل مُساعد لخليط التفاعل

(٤٣) العوامل الحفازة قد تكون ....

أ) فلزات.
ب) أكاسيد فلزات.
جـ) مركبات الفلزات
ى) جميع ما سبق.

---

٣ علل لما يأتي :

(١) يعتبر التحلل الحراري لنيترات النحاس **(II)** تفاعل تام. (مصر أول ٠١)

(٢) تفاعل الحديد مع حمض الهيدروكلوريك المخفف تفاعل تام. (مصر ثان ٠٩)

* تفاعل الماغنسيوم مع حمض الهيدروكلوريك المخفف يعتبر تفاعل تام. (الأزهر أول ١٢)

(٣) تفاعل حمض الأستيك مع الإيثانول تفاعل إنعكاسي. (مصر أول – ق – ١٤ ، مصر أول – ح – ١٥)

(٤) عند وضع ورقة عباد شمس زرقاء في محلول تفاعل (الأسترة) نجد أنها تتحول إلى اللون الأحمر.

(٥) الاتزان الكيميائي عملية ديناميكية وليست ساكنة.

(٦) معدل تفاعلات المركبات الأيونية أسرع من معدل تفاعلات المركبات التساهمية.

(٧) يستخدم النيكل المجزأ وليس قطع النيكل في هدرجة الزيوت. (مصر ثان ٠٢)

* احتراق نشارة الخشب أسرع من قطعة خشب مساوية لها في الكتلة.

* يزداد معدل التفاعل عند إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى برادة الحديد ، بينما يقل معدل التفاعل عند إضافة الحمض إلى كتلة متساوية صلبة متماسكة. (مصر أول ١١ ، السودان أول – ح – ١٥)

* في التفاعل التالي : $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow{Pt} 2SO_{3(g)}$ تكون سرعة التفاعل أقل بمئات المرات إذا استخدم البلاتين على هيئة صفائح عما لو كان على هيئة مسحوق ناعم.

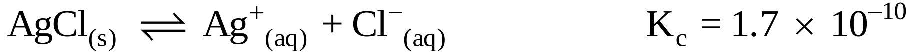
(٨) تزداد سرعة التفاعل الكيميائي بزيادة كمية المواد المتفاعلة.

(٩) يزداد لون المحلول احمراراً عند إضافة المزيد من كلوريد الحديد III للتفاعل التالي :



$$FeCl_{3(aq)} + 3NH_4SCN_{(aq)} \rightleftharpoons Fe(SCN)_{3(aq)} + 3NH_4Cl_{(aq)}$$ (السودان أول ١٢)

(١٠) صعوبة ذوبان كلوريد الفضة في الماء تبعاً للمعادلة :



$$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \qquad K_c = 1.7 \times 10^{-10}$$

(١١) صعوبة انحلال كلوريد الهيدروچين إلى عنصريه تبعاً للمعادلة :



$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)} \qquad K_c = 4.4\times10^{32}$$

(١٢) القيم الصغيرة لثابت الاتزان ($K_c < 1$) تعني أن التفاعل العكسي هو السائد.

(١٣) لا يكتب تركيز الماء النقي أو المواد الصلبة النقية في معادلات حساب ثابت الاتزان.

✲ يعتبر تركيزات الماء أو المذيب بوجه عام ثابت.

(١٤) تزداد سرعة معظم التفاعلات الكيميائية بزيادة درجة الحرارة. (مصر ثان ٩٦ ، السودان أول ٠٧)

(١٥) الجزيئات المتصادمة ذات السرعات العالية جداً فقط هي التي تتفاعل.

(١٦) يزول لون ثاني أكسيد النيتروچين عند وضعه في مخلوط ثلجي بينما يعود اللون مرة أخرى عند وضعه في ماء ساخن.

(١٧) تستخدم أواني الضغط (البرستو) في طهي الطعام.

(١٨) ينصح بعدم تسخين اسطوانة البوتاجاز من الخارج للإسراع من خروج الغاز من الأنبوبة.

(١٩) سرعة فساد الأطعمة في الصيف.

(٢٠) بالرغم من أن تكوين غاز النشادر من النيتروچين والهيدروچين تفاعل طارد للحرارة إلا أن التفاعل لا يتم إلا بالتسخين.

(٢١) تزداد كمية النشادر المحضر من النيتروچين والهيدروچين بزيادة الضغط. (مصر أول – ح – ١٤)

(٢٢) تزداد كمية بخار الماء المحضر من عنصريه، بزيادة الضغط. (مصر ثان – ح – ١٤)

(٢٣) العامل الحفاز لا يؤثر على موضع الاتزان في التفاعلات الانعكاسية. (مصر أول ١٢ ، تجريبي ١٥)

(٢٤) تستخدم الحفازات في أكثر من **90%** من العمليات الصناعية.

(٢٥) استخدام محولات حفزية في شكمانات السيارات.

(٢٦) احتراق السكر في جسم الإنسان في درجة حرارة 37°C ، بينما يحتاج لدرجات حرارة عالية لاحتراقها في المختبرات.

(٢٧) أهمية الأنزيمات في جسم الإنسان.

(٢٨) للضوء أهمية في عملية البناء الضوئي.

(٢٩) للضوء أهمية في التصوير الفوتوغرافي.

---

٤ اجب عما يأتي في ضوء فهمك لقاعدة لوشاتيليه :

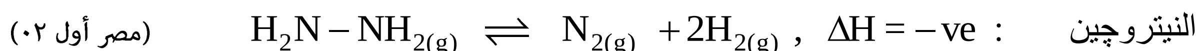
(١) وضح أثر التغير في الضغط ودرجة الحرارة في زيادة معدل تكوين غاز النشادر طبقاً للمعادلة :



$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_3 \quad , \Delta H = -92\ kJ$$ (مصر ثان ٠١)

---

(٢) من التفاعل المتزن التالي وضح تأثير التغير في الضغط ودرجة الحرارة على زيادة معدل تكوين غاز النيتروچين :



$$H_2N-NH_{2(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 2H_{2(g)} \; , \; \Delta H = -ve$$ (مصر أول ٠٢)

(٣) في التفاعل المتزن التالي : $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} - Energy$ (مصر أول ٠١)

ما أثر الحرارة والضغط وتركيز المواد المتفاعلة على كمية أكسيد النيتريك المتكون

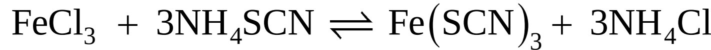
---

(٤) في النظام المتزن الآتي : $\frac{1}{2} N_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightleftharpoons NO_{(g)},\ \Delta H = +ve$

ما هي العوامل التي تساعد على زيادة أكسيد النيتريك. (مصر أول ٠٣)

---

(٥) في الاتزان الكيميائي الآتي : (السودان أول ٠٦ ، مصر ثان ١١)



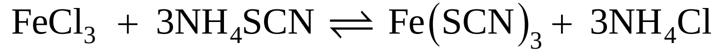
$$FeCl_3 + 3NH_4SCN \rightleftharpoons Fe(SCN)_3 + 3NH_4Cl$$

(أ) وضح تأثير زيادة تركيز كلوريد الحديد (III) على لون المحلول

(ب) وضح تأثير زيادة تركيز كلوريد الأمونيوم على لون المحلول

---

(٦) اذكر نص قانون فعل الكتلة مع التمثيل بالتفاعل التالي :



$$FeCl_3 + 3NH_4SCN \rightleftharpoons Fe(SCN)_3 + 3NH_4Cl$$

واكتب صيغة **قانون ثابت الاتزان** له , ما تأثير إضافة كمية زائدة من ثيوسيانات الأمونيوم للتفاعل السابق ؟

---

(٧) في التفاعل المتزن التالي : $SO_{3(g)} \rightleftharpoons SO_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)}\ ,\ \Delta H = +ve$ (مصر ثان ٠٢)

بين أثر كلاً من العوامل الآتية في تغير اتجاه التفاعل:

(أ) زيادة الضغط. **(ب)** رفع درجة الحرارة.

---

(٨) في التفاعل:



$$PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$$

(أ) ما عدد مولات الغاز المتفاعلة ؟ (مصر أول ٠٧)

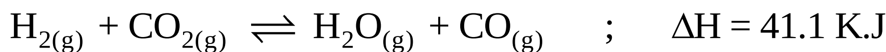
(ب) ما عدد مولات الغاز الناتجة من التفاعل ؟

(جـ) أي من طرفي المعادلة (النواتج أم المتفاعلات) سوف يزداد بزيادة الضغط ؟ (مصر أول ٠٧)

(ء) أي من طرفي المعادلة (النواتج أم المتفاعلات) سوف يزداد بنقصان الضغط ؟

---

(٩) كيف يؤثر كل تغير من التغيرات الآتية على تركيز الهيدروچين في النظام المتزن التالي :



$$H_{2(g)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)} + CO_{(g)} \quad ; \quad \Delta H = 41.1\ K.J$$

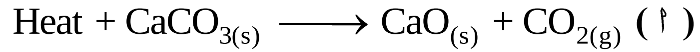
(أ) إضافة المزيد من غاز ثاني أكسيد الكربون. **(ب)** إضافة المزيد من بخار الماء.

(جـ) إضافة عامل حفاز. **(ء)** خفض درجة الحرارة.

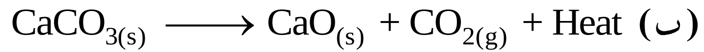
(هـ) تقليل حجم الوعاء. (السودان ثان ٠٧ ، السودان أول ٠٩)

---

(١٠) يمكن كتابة المعادلة الكيميائية الطردية الماصة للحرارة بحيث توضح كمية الحرارة كإحدى الشروط على الناحية اليسرى المتضمنة المتفاعلات أي المعادلتين التاليتين تمثل تفاعل طردي ماص للحرارة؟



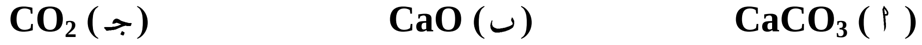
(أ) $Heat + CaCO_{3(s)} \longrightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$



(ب) $CaCO_{3(s)} \longrightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)} + Heat$

---

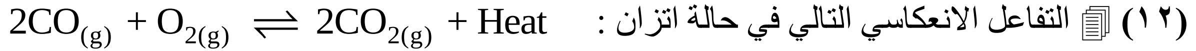
(١١) في السؤال السابق ، إذا رفعت درجة الحرارة , وضح أي من تركيز المتفاعلات والنواتج سوف يزداد أو ينقص.



(أ) $CaCO_3$ **(ب) CaO** **(جـ) CO_2**

---

(١٢) التفاعل الانعكاسي التالي في حالة اتزان :



$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)} + Heat$

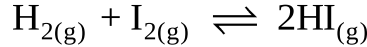
إذا رغبت في زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون **(CO_2)** الناتج من التفاعل، اذكر تأثير زيادة أو نقصان العوامل التالية لتحقيق هذه الرغبة :



(أ) الضغط **(ب)** درجة الحرارة **(جـ)** تركيز $O_{2(g)}$

---

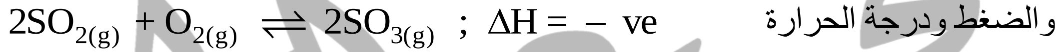
(١٣) في التفاعل الانعكاسي التالي إلى أي جهة سوف يزاح التفاعل بزيادة الضغط :



$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$

---

(١٤) اذكر قاعدة لوشاتيليه ، مع ذكر تطبيقاتها في التفاعل التالي بالنسبة لتأثير كل من التغير في التركيز والضغط ودرجة الحرارة



$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)} \;;\; \Delta H = -\ ve$

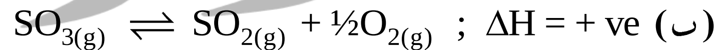
ما تأثير إضافة عامل حفاز مثل **V_2O_5** للتفاعل السابق ؟

---

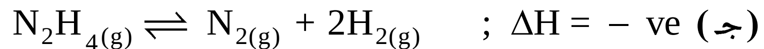
(١٥) في أي التفاعلات الآتية تتوقع زيادة نسبة التفكك مع زيادة درجة الحرارة :



(أ) $NO_{(g)} \rightleftharpoons \frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \;;\; \Delta H = -\ ve$



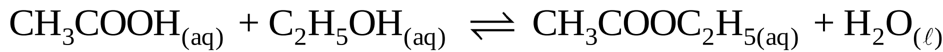
(ب) $SO_{3(g)} \rightleftharpoons SO_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \;;\; \Delta H = +\ ve$



(جـ) $N_2H_{4(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 2H_{2(g)} \;;\; \Delta H = -\ ve$

---

(١٦) ماذا يحدث للاتزان في المعادلة التالية ؟ (مصر أول ١١)



$CH_3COOH_{(aq)} + C_2H_5OH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_{5(aq)} + H_2O_{(\ell)}$

(أ) عند إضافة **المزيد** من الماء.

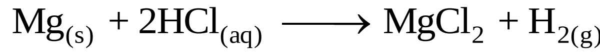
(ب) عند إضافة **بضع** قطرات من حمض الكبريتيك المركز.

---

٥ مسائل متنوعة :

معدل التفاعل

(١) استغرق تفاعل **0.48 g** من الماغنسيوم مع حمض الهيدروكلوريك زمناً قدره نصف دقيقة تبعاً للتفاعل



$$Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_2 + H_{2(g)}$$

احسب معدل هذا التفاعل بوحدة mol/s **[Mg = 24]**

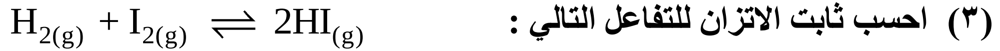
ثابت الإتـزان K_c



(٢) **احسب** قيمة **ثابت الاتزان للتفاعل at 25°C :** $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$

عندما تكون التركيزات عند الاتزان **$[N_2O_4]$ = 0.213 mol/L ، $[NO_2]$ = 0.0032 mol/L**

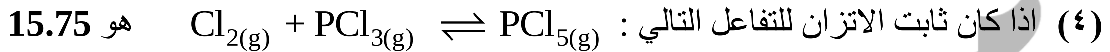
(4.8×10^{-5})



(٣) **احسب ثابت الاتزان للتفاعل التالي :** $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$

إذا علمت أن تركيزات اليود والهيدروچين ويوديد الهيدروچين عند الاتزان هي على الترتيب : **(0.7815 – 0.1105 – 0.1105) mol/L** (مصر أول ٠٦)

(50)



(٤) اذا كان ثابت الاتزان للتفاعل التالي : $Cl_{2(g)} + PCl_{3(g)} \rightleftharpoons PCl_{5(g)}$ هو **15.75**

وتركيز كل من الكلور وثالث كلوريد الفوسفور على الترتيب **(0.84 – 0.3) mol/L** ، احسب تركيز خامس كلوريد الفوسفور. (مصر ثان ١١)

(3.969)



(٥) **احسب قيمة ثابت الاتزان** عند درجة 458°C للتفاعل العكسي التالي : (مصر ثان ١١)

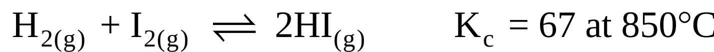
$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

إذا كانت قيم التركيزات لكل من (اليود I_2 – الهيدروجين H_2 – يوديد الهيدروجين HI) هي على الترتيب $(1.5\times10^{-2} – 4.6\times10^{-3} – 1.0\times10^{-3}$ mol/L)

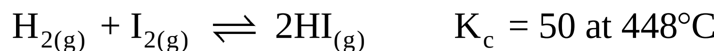
(48.9)



(٦) **للتفاعل الآتي قيمتان لثابت الاتزان عند درجتي حرارة مختلفتين :** (مصر ثان ٠٩)



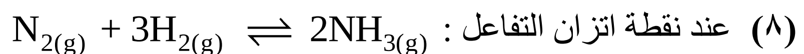
$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)} \qquad K_c = 67 \text{ at } 850°C$$



$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)} \qquad K_c = 50 \text{ at } 448°C$$

هل التفاعل طارد أم ماص للحرارة ؟ مع تفسير إجابتك.

(٧) خلط مول من الهيدروچين مع **1mol** من اليود عند درجة حرارة معينة، **احسب ثابت الاتزان** لهذا التفاعل، علماً بأن حجم الخليط **1L** ، والكمية المتبقية من كل من اليود والهيدروچين عند الاتزان **0.2mol**

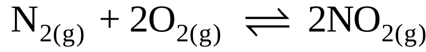


(٨) عند نقطة اتزان التفاعل : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

كان حجم الخليط **0.5 L** ويحتوي على **0.6 mol** نيتروچين ، **0.2 mol** هيدروچين ، **0.6 mol** نشادر، احسب ثابت الاتزان لهذا التفاعل.

ثابت الإتــزان K_p

(٩) احسب ثابت الاتزان (K_p) للتفاعل التالي :



$$N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$

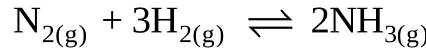
إذا كانت الضغوط الجزئية هي (0.2 – 1 – 2 atm) لكل من (N_2 – O_2 – NO_2) على الترتيب.

(مصر ثان ٠٦ ، مصر ثان ١٠ ، السودان ثان – ح – ١٤ ، مصر ثان – ق – ١٤ ، السودان أول – ح – ١٥ ، تجريبي ١٥)

(20)

---

(١٠) احسب قيمة **ثابت** الاتزان للتفاعل العكسي التالي :



$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

علماً بأن تراكيز المواد المتزنة (المتفاعلات والنواتج) عند حالة الاتزان عند درجة حرارة 400°C هي كما يلي : **[النيتروچين = 1.2 mol/L ، الهيدروچين = 0.8 mol/L ، النشادر = 0.28 mol/L]**

---

(١١) احسب ثابت الاتزان K_p للتفاعل التالي :



$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} \quad , \quad \Delta H = -92\ kJ$$

إذا كانت ضغوط الغازات هي(N_2 = 2.3 atm ، H_2 = 7.1 atm ، NH_3 = 0.6 atm) ، ثم اذكر التعليق المناسب على قيمة K_p (مصر أول ١٠)

وكيف تزيد ناتج التفاعل ؟ ولماذا ؟ (مصر أول ١٣ ، مصر أول – ق – ١٤)

(4.37×10^{-4})

---

(١٢) احسب ثابت الاتزان K_p للتفاعل التالي :



$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} \quad , \quad \Delta H = -92\ kJ$$

إذا كانت ضغوط الغازات هي(N_2 = 0.6 atm ، H_2 = 1 atm ، NH_3 = 6 atm) عند الاتزان، ثم احسب الضغط الكلي للتفاعل (الأزهر أول ١٢)

(4.37×10^{-4})

---

٦ قارن بين كل من :

(١) تفاعل وفرة من حمض الهيدروكلوريك المخفف مع كتلتين متساويتين من الحديد إحداهما على هيئة برادة حديد والأخرى على هيئة قطعة صلبة متماسكة.

(٢) التفاعلات التامة والتفاعلات الإنعكاسية. (مصر ثان ٠٨ ، مصر أول ٠٩ ، مصر أول ١١ ، مصر أول ١٢ ، مصر أول ١٣ ، مصر أول – ح – ١٤ ، الأزهر ثان ١٤ ، السودان أول – ح – ١٥ ، مصر أول – ق – ١٥)

(٣) K_p – K_c (مصر أول – ح – ١٥)

---

٧ ما دور العلماء الآتي اسمائهم في تفسير القواعد العلمية :

(١) لوشاتيليه. (مصر أول ٠٨ ، السودان أول ١٢ ، مصر ثان ١٢ ، السودان أول ١٣ ، مصر أول ١٤ ، السودان أول ١٤)

(٢) جولد برج وفاج. (تجريبي ١٤)

---

٩ اشرح تجربة عملية توضح بها :

(١) أن تفاعلات المركبات الأيونية تفاعلات لحظية.

(٢) أن تفاعلات الأحماض العضوية مع الكحولات تفاعلات إنعكاسية.

(٣) تأثير مساحة سطح المتفاعلات على معدل التفاعل.

(٤) 📖 قانون فعل الكتلة (تأثير تركيز المواد المتفاعلة على معدل التفاعل) مع كتابة المعادلة الكيميائية التي توضح ذلك. (مصر أول ٠٧ ، مصر أول – ح – ١٥)

(٥) 📖 📄 أثير درجة الحرارة على سرعة تفاعل متزن. (مصر أول ٠٤ ، الأزهر أول ١٢ ، السودان أول – ح – ١٥)

---

١٠ ما هي العوامل التي تؤثر على :

(١) 📖 الاتزان الكيميائي (تفاعل إنعكاسي متزن). (تجريبي ١٤ ، تجريبي ١٥)

(٢) 📖 معدل (سرعة) التفاعل الكيميائي.

(مصر ثان ٠٨ ، مصر ثان ١١ ، السودان ثان – ح – ١٤ ، السودان أول – ح – ١٥)

---

١١ وضح :

(١) دور زيادة الضغط عند تحضير الأمونيا في الصناعة. (السودان ثان ٠٧)

(٢) أثر العامل الحفاز في التفاعلات الكيميائية. (مصر ثان ٠٩)

(٣) أهمية العوامل الحفازة في الصناعة. (مصر ثان ٠٧)

(٤) أهمية ثابت اتزان التفاعلات الانعكاسية.

(٥) **الضوء** في كل من : (أ) البناء الضوئي. (ب) التصوير الفوتوغرافي.

---

١٢ وضح بالمعادلات الكيميائية المتزنة، ماذا يحدث في الحالات التالية :

(١) إضافة محلول كلوريد الصوديوم إلى محلول نترات الفضة.

(٢) وضع شريط من الماغنسيوم في حمض الهيدروكلوريك المخفف. (الأزهر أول ٠٩)

(٣) 📄 إضافة محلول كلوريد الحديد III ذو اللون الأصفر الباهت تدريجياً إلى محلول ثيوسيانات الأمونيوم عديم اللون. (مصر ثان ٠٧ ، مصر أول ٠٨ ، مصر ثان ١٢)

(٤) تبريد دورق زجاجي يحتوي على غاز ثاني أكسيد النيتروچين. (الأزهر أول ٠٩ ، مصر أول قديم ١٤)

(٥) تفاعل غاز الهيدروچين مع غاز النيتروچين بالضغط والتبريد.

(٦) سقوط الضوء على أفلام التصوير التي تحتوي على بروميد الفضة.

---

١٣ ما المقصود بكل من :

(١) النظام المتزن. (مصر ثان ٠٥) **(٢)** الضغط البخاري.

(٣) 📖 ضغط بخار الماء المُشبع. (مصر أول ٠٧) **(٤)** 📖 التفاعلات التامة. (مصر ثان ٩٨)

(٥) التفاعلات الإنعكاسية.
(٦) الإتزان الكيميائي. (مصر ثان ١٣)
(٧) معدل التفاعل الكيميائي. (مصر ثان ٠٤)
(٨) قانون فعل الكتلة. (مصر ثان ٠٦)
(٩) ثابت الإتزان K_c
(١٠) ثابت الإتزان K_p
(١١) طاقة التنشيط. (الأزهر ٩١)
(١٢) الجزيئات المُنشطة.
(١٣) قاعدة لو شاتيليه. (مصر أول ١٢)
(١٤) العامل الحفاز. (مصر ثان ١٣)

---

١٤ وضح باختصار كل من :

(١) مجالات استخدام العامل الحفاز.
(٢) أثر الضوء على التفاعلات المتزنة مع ذكر مثال. (السودان أول ٠٧)

---

١٥ ضع حرف (ع) أمام التفاعلات الانعكاسية وحرف (م) أمام التفاعلات التامة مع بيان السبب :

(أ) $NaOH_{(aq)} + HCl_{(aq)} = NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$ (مصر ثان ١٤)

(ب) $2AgNO_{3(aq)} + BaCl_{2(aq)} = 2AgCl_{(s)} + Ba(NO_3)_{2(aq)}$ (مصر ثان ١٤)

(جـ) $2Cu(NO_3)_{2(s)} = 2CuO_{(s)} + 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$ (مصر ثان ١٤)

(ء) **في إناء مغلق** $H_2O_{(g)} + CO_{(g)} = H_{2(g)} + CO_{2(g)}$

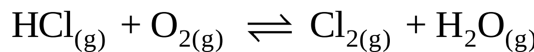
(هـ) $CH_3COOH_{(aq)} + C_2H_5OH_{(aq)} = CH_3COOC_2H_{5(aq)} + H_2O_{(\ell)}$ (مصر ثان ١٤)

(و) $FeCl_{3(aq)} + 3NH_4SCN_{(aq)} = Fe(SCN)_{3(aq)} + 3NH_4Cl_{(aq)}$

---

١٥ أسئلة متنوعة :

(١) القانون الدال على ثابت الاتزان يكون صحيحاً إذا كانت المعادلة الكيميائية موزونة **زن المعادلة التالية أولاً ، ثم اكتب القانون الصحيح لثابت الاتزان** (السودان أول ١٢)

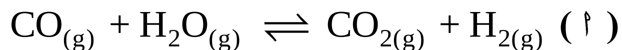


$$HCl_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons Cl_{2(g)} + H_2O_{(g)}$$

---

(٢) **اكتب معادلة ثابت الاتزان (K_C) للتفاعلات الآتية :**

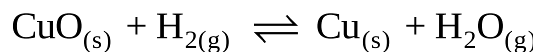
(أ) $CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + H_{2(g)}$



(ب) $4NH_{3(g)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2N_{2(g)} + 6H_2O_{(\ell)}$ (مصر أول ١٢)

---

(٣) **اكتب قانون ثابت الاتزان للتفاعل الانعكاسي التالي :**



$$CuO_{(s)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons Cu_{(s)} + H_2O_{(g)}$$

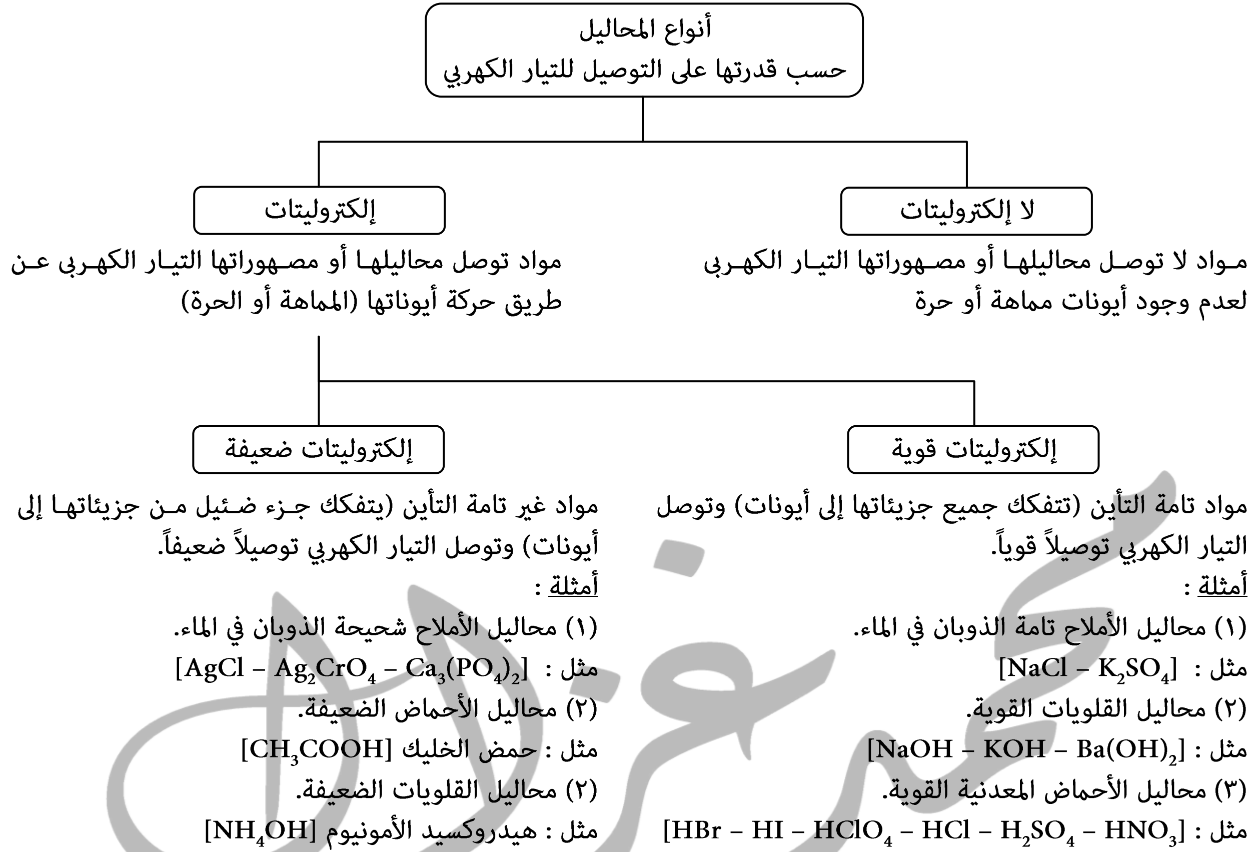
---

(٤) أجرت طالبة تجربتين لتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع **2 g** من الماغنسيوم ، فلاحظت أن استهلاك الماغنسيوم في التجربة الأولى قد استغرق **2 min** وفي التجربة الثانية **3.5 min** ما الذي فعلته الطالبة في التجربة الأولى وأدى إلى زيادة معدل التفاعل؟ (السودان أول – ح – ١٤)

الاتــزان الأيــونــي

تطبيقـات قانـون فعـل الكتلـة علـى حـالات الاتـزان الأيونـي :

أولاً المحاليل الإلكتروليتية :



① **المركبات الأيونية :** مواد صلبة متأينة تماماً مثل كلوريد الصوديوم.

- عند ذوبانها في الماء **تتفكك** إلى أيوناتها الموجبة والسالبة.
- محاليل هذه المواد جيدة التوصيل للتيار الكهربي.
- ترتبط أيوناتها الموجبة والسالبة بقوى الجذب الإلكتروستاتيكية.

عملية التفكك : عملية تحول جزيئات المركبات الأيونية إلى أيونات حُرة.

② **المركبات التساهمية :**

تجربة توضح التوصيل الكهربي لمحلولي كلوريد الهيدروجين وحمض الخليك النقي "الثلجي" في البنزين

الخطـوات :	**الملاحظـة :**
اختبر التوصيل الكهربي لغاز كلوريد الهيدروچين وحمض الخليك النقي (الثلجي) الذائبان في البنزين باستخدام دائرة كهربية.	المصباح لا يضئ في كلتا الحالتين.

الاستنتـاج :

كلا من المحلولين لا يحتوي على أيونات تعمل على توصيل التيار الكهربي.

تجربة **توضح أثر التخفيف على تأين محلولي (كلوريد الهيدروجين، حمض الخليك النقي "الثلجي")**

الخطــوات :	**الملاحظــة :**
(١) اختبر التوصيل الكهربي لمحلولي (حمض الهيدروكلوريك، وحمض الخليك) تركيز كل منهما 0.1 mol/L	يضيء المصباح بشدة مع حمض الهيدروكلوريك، بينما يضيء إضاءة خافتة مع حمض الخليك.
(٢) خفف المحلولين السابقين إلى : 0.01 mol/L ثم إلى 0.001 mol/L	لا تتأثر شدة إضاءة المصباح بتخفيف حمض الهيدروكلوريك، بينما تزداد بتخفيف حمض الخليك

الاستنتــاج :

(١) المركبات التساهمية مثل حمض الهيدروكلوريك HCl، وحمض الخليك CH_3COOH تتأين في الماء

(٢) تأين حمض الهيدروكلوريك يعتبر تأيناً تاماً، بينما تأين حمض الخليك يعتبر تأين ضعيف.

لا يتأثر تأين حمض الهيدروكلوريك بالتخفيف بينما يزداد تأين حمض الخليك بالتخفيف ... **علل** ؟
لأن حمض الهيدروكلوريك تام التأين وبالتالي تتحول كل جزيئاته إلى أيونات ، بينما حمض الخليك غير تام التأين وبالتالي هناك جزيئات من الحمض لم تتأين يزداد تأينها بالتخفيف.

ترتب الأحماض الضعيفة تنازلياً تبعاً تبعاً لتناقص قوتها بدلالة ثابت تأيها (K_a)
والجدول التالي يبين قيم ثابت التأين لبعض الأحماض الضعيفة.

اسم الحمض	الصيغة الجزيئية	ثابت التأين (K_a)
حمض الكبريتوز	H_2SO_3	1.7×10^{-2}
حمض الهيدروفلوريك	HF	6.7×10^{-4}
حمض النيتروز	HNO_2	5.1×10^{-4}
حمض الخليك (الأسيتيك)	CH_3COOH	1.8×10^{-5}
حمض الكربونيك	H_2CO_3	4.4×10^{-7}
حمض البوريك	H_3BO_3	5.8×10^{-10}

(الجدول للإطلاع فقط)

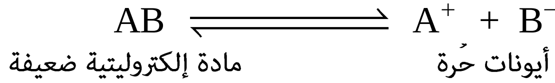
أيون الهيدرونيوم (البروتون المماه) H_3O^+ :

لا يوجد أيون الهيدروچين (البروتون) الناتج من تأين الأحماض في محاليلها المائية منفرداً ... **علل** ؟
لأنه ينجذب إلى زوج الإلكترونات الحُر الموجود على ذرة أكسچين أحد جزيئات الماء وترتبط مع جزيء الماء برابطة تناسقية

$$HCl + H_2O \longrightarrow [H_3O^+] + Cl^-$$

● **التأين** ●
عملية تحول جزيئات غير متأينة إلى أيونات

	التأين التام	**التأين الضعيف**
التعريف	عملية تحول كل الجزيئات غير المتأينة إلى أيونات وتحدث في الإلكتروليتات القوية.	عملية تحول جزء ضئيل من الجزيئات غير المتأينة إلى أيونات وتحدث في الإلكتروليتات الضعيفة.
أمثلة	$HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$	$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$

ملحوظة :	يوجد في المحلول باستمرار حالتان متعاكستان هما تفكك (تأين) الجزيئات إلى أيونات واتحاد الأيونات لتكوين جزيئات فتنشأ حالة اتزان بين الأيونات والجزيئات غير المفككة (المتأينة).  $AB \rightleftharpoons A^+ + B^-$ مادة إلكتروليتية ضعيفة — أيونات حُرة

الإتزان الأيوني

اتزان ينشأ في محاليل الإلكتروليتات الضعيفة بين جزيئاتها غير المتأينة وبين الأيونات الناتجة عنها

قارن بين الاتزان الكيميائي والاتزان الأيوني ؟

لا يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات القوية ... **علل** ؟
لأن الإلكتروليتات القوية محاليلها تامة التأين وبالتالي لا تحتوي محاليلها على جزيئات غير متأينة.
يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات الضعيفة فقط ... **علل** ؟
لأن الإلكتروليتات القوية محاليلها غير تامة التأين وبالتالي تحتوي محاليلها على جزيئات غير متأينة.

وقد تمكن استفالد عام **1888**م من ايجاد العلاقة بين درجة التفكك أو التأين **(α)** والتركيز **(C)** بوحدة mol/L لمحاليل الإلكتروليتات الضعيفة.

اثبات قانون استفالد :


وليم استفالد

نفرض أن لدينا مولاً واحداً من حمضاً ضعيفاً أحادي البروتون صيغته الافتراضية **HA** ، عند إذابته في الماء يتفكك عدد من جزيئاته تبعاً للمعادلة :



$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$

بتطبيق قانون فعل الكتلة على هذا النظام المتزن فإن :

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

حيث تمثل **$[H^+]$** ، **$[A^-]$** ، **[HA]** تركيزات كل من الأيونات الناتجة وجزيئات الحمض غير المتأينة عند حالة الاتزان **(K_a)** وهو ثابت تأين أو تفكك الحمض.

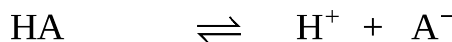
فإذا افترضنا أن مولاً واحداً من الحمض الضعيف **[HA]** قد أذيب في **(V)** لتر من المحلول فعند الاتزان تكون :

$$\text{درجة التفكك} = \frac{\text{عدد المولات المتفككة}}{\text{عدد المولات الكلية قبل التفكك}}$$

فإذا كانت عدد المولات المتفككة (α) مول يكون عدد المولات غير المتفككة من $[HA] = (1 - \alpha)$ مول وعدد المولات كل من $[H^+]$ ، $[A^-]$ الناتجة $= (\alpha)$ مول

$$\text{وحيث أن التركيز } (C_a) = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر } (V)}$$

تكون تركيزات المواد عند الاتزان (mol/L) هي :



$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$

$$C_a = \frac{(1-\alpha)}{V} \simeq \frac{1}{V} \qquad [\frac{\alpha}{V}] \qquad [\frac{\alpha}{V}]$$

وفي حالة الإلكتروليتات الضعيفة فإن درجة التأين (α) تكون صغيرة جداً بحيث يمكن إهمالها وعليه فإن القيمة (1–α) يمكن اعتبارها تساوي الواحد تقريباً وتصبح العلاقة :

$$K_a = \frac{[\frac{\alpha}{V}]\,[\frac{\alpha}{V}]}{[\frac{1}{V}]} = \frac{\alpha^2}{V}$$

نلاحظ من العلاقة السابقة أنه عند درجة الحرارة الثابتة فإن درجة التأين **(α)** تزداد بزيادة التخفيف (لتظل قيمة K_a ثابتة) ، وفي حالة الإلكتروليتات الضعيفة فإن درجة التأين **(α)** تكون صغيرة جداً

$$K_a = \frac{\alpha^2}{V}$$

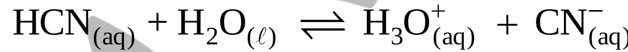
وتكون الصيغة النهائية لقانون استفالد على النحو التالي : $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}}$ $\therefore$ Or $\therefore\ K_a = \alpha^2.C_a$

وتعرف هذه العلاقة **بقانون استفالد** للتخفيف وهو يبين العلاقة الكمية بين درجة التأين (α) ودرجة تخفيفه ويتضح منها: **«أنه عند ثبوت درجة الحرارة فإن درجة التأين (α) تزداد بزيادة التخفيف لتظل قيمة K_a ثابتة»**

أي كلما زاد التخفيف (قل التركيز C_a) زادت درجة التفكك α .. والعكس صحيح

مثال (3)

احسب درجة التفكك في محلول **0.1 mol/L** من حمض الهيدروسيانيك **(HCN)** عند **25°C** .. علماً بأن ثابت الاتزان للحمض **$(K_a) = 7.2 \times 10^{-10}$**



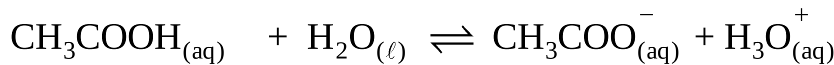
$$HCN_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$$

الإجـــابة

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}} = \sqrt{\frac{7.2\times10^{-10}}{0.1}} = 8.5\times10^{-5}$$

حسـاب تركيـز أيـون الهيدرونيـوم للأحمـاض الضعيفـة :

عندما يتفكك حمض ضعيف مثل حمض الخليك .. تركيزه **(C_a)** في الماء حسب المعادلة :



$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

$$C_a = \frac{(1-\alpha)}{V} \simeq \frac{1}{V} \qquad [\tfrac{\alpha}{V}] \qquad [\tfrac{\alpha}{V}]$$

فإن ثابت التفكك لهذا التفاعل $K_a = \frac{[CH_3COO^-]\,[H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$

ومن المعادلة السابقة فإن مقدار ما ينتج من أيونات الخلات $[CH_3COO^-]$ يساوي مقدار ما ينتج من أيونات الهيدرونيوم $[H_3O^+]$ .. أي أن : $[H_3O^+] = [CH_3COO^-]$

وبذلك فإن قيمة ثابت الاتزان : $K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{[CH_3COOH]}$

$\because$ الحمض ضعيف فإن درجة تفكك (α) مقدار ضئيل جدا يمكن إهماله .. ومن ذلك فإن تركيز حمض الخليك عند الإتزان $(C_a - \alpha)$ = تركيز حمض الخليك الأصلي (C) .. وبالتعويض في قانون ثابت الإتزان :

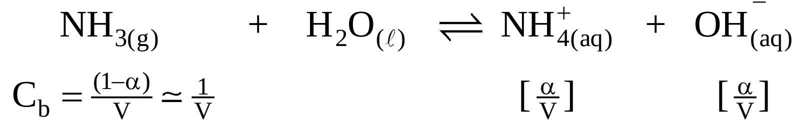
$$\therefore K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C_a} \quad \Rightarrow \quad \therefore [H_3O^+] = \sqrt{K_a.C_a}$$

حساب تركيز أيون الهيدروكسيل للقواعد الضعيفة :

- **القواعد الضعيفة**

القواعد التي تتفكك في المحلول المائي جزئياً

يمكن حساب تركيز أيون الهيدروكسيل في القواعد الضعيفة مثل أيون الهيدرونيوم في الأحماض الضعيفة.
على سبيل المثال .. فإن النشادر من القواعد الضعيفة وعندما تذاب في الماء يحدث التفاعل المتزن التالي :



$$NH_{3(g)} \quad + \quad H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons NH^+_{4(aq)} \quad + \quad OH^-_{(aq)}$$

$$C_b = \frac{(1-\alpha)}{V} \simeq \frac{1}{V} \qquad [\tfrac{\alpha}{V}] \qquad [\tfrac{\alpha}{V}]$$

$$K_b = \frac{[NH_4]\,[OH^-]}{[NH_3]}$$

وتبين معادلة التأين السابقة تكوين مول واحد من كل من أيوني $[NH_4^+]$ ، $[OH^-]$ فنجد أن :

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{[NH_3]}$$

ونظراً لأن ثابت تفكك النشادر صغير جداً فإن جزءاً قليلاً جداً منه يتفكك وعند الاتزان فإن تركيز الأمونيا المتبقية $[NH_3]$ يساوي تركيز الأمونيا الأصلية (C_b)

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{C_b} \qquad \Rightarrow \qquad \therefore\ [OH^-] = \sqrt{C_b \times K_b}$$

مثال (4)

احسب تركيز أيونات الهيدروچين في محلول **0.1 mol/L** من حمض الهيدروسيانيك **(HCN)** عند **25°C** .. علماً بأن ثابت الاتزان للحمض **(K_a) = 7.2×10^{-10}**

الإجابة

$$\left[H_3O^+\right] = \sqrt{K_a.C_a} = \sqrt{0.1\times7.2\times10^{-10}} = 8.5\times10^{-6}\ \text{mol/L}$$

مثال (5)

احسب تركيز أيون الهيدروچين في محلول **0.1 mol/L** من حمض الخليك عند درجة حرارة **25°C** .. علماً بأن ثابت الاتزان لهذا الحمض **1.8×10^{-5}**

الإجابة

$$\left[H_3O^+\right] = \sqrt{K_a.C_a} = \sqrt{0.1\times1.8\times10^{-5}} = 1.342\times10^{-3}\ \text{Molar}$$

مثال (6)

ما نسبة تأين محلول **0.1 mol/L** من حمض الخليك .. ثابت تأين حمض الخليك **1.8×10^{-5}**

الإجابة

$$\because\ \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}} = \sqrt{\frac{1.8\times10^{-5}}{0.1}} = 0.0134\ \text{mol}$$

مثـال (7)

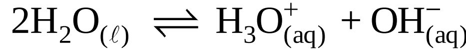
إذا كانـت درجـة تفكـك حمـض عضـوي ضـعيف أحـادي البروتـون تسـاوي **3%** فـي محلـول تركيزه **0.1 mol/L** احسب ثابت التأين **(K_a)** لهذا الحمض

الإجـابة

$$\because\ K_a = \alpha^2.C_a = (0.03)^2 \times 0.2 = 1.8\times10^{-4}$$

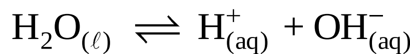
ثانياً تأين الماء :

الماء النقي إلكتروليت ضعيف يوصل التيار الكهربي توصيلاً ضعيفاً ... ويعبر عن تأينه بالاتزان التالي :



$$2H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

وللتبسيط يمكن كتابة المعادلة السابقة كالتالي :



$$H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

ويعبر عن ثابت الاتزان كما يلي : $K_c = [H^+]\,[OH^-] = 10^{-14}$

∵ مقدار ما يتأين من الماء لا يذكر كما يتضح من قيمة ثابت الاتزان فإن تركيز الماء غير المتأين يعتبر مقدار ثابت، ومن ثم يؤول التعبير السابق إلى العلاقة التالية بعد إهمال تركيز الماء غير المتأين والذي يعتبر ثابت في ثابت الاتزان

$$K_W = \frac{[10^{-7}]\ [10^{-7}]}{[H_2O]} = 10^{-14}$$

وحيث أن **الماء النقي متعادل التأثير على عباد الشمس** ... **علل** ؟ لأن تركيز أيون الهيدروچين المسئول عن الحموضة مساوياً لتركيز أيون الهيدروكسيل المسئول عن القلوية.

ولذلك فإن : $K_W = [10^{-7}]\ [10^{-7}] = 10^{-14}$

- **الحاصل الأيوني للماء(K_W)**
  حاصل ضرب تركيزي أيون الهيدروچين وأيون الهيدروكسيل الناتجين من تأين الماء

☚ يسـاوي عـددياً : 10^{-14}mol/L وهـو مقـدار ثابـت فـإذا زاد تركيـز أيـون الهيـدروچين قـل تركيـز أيـون الهيدروكسيل بنفس المقدار وإذا عرف تركيز أحد الأيونين أمكن معرفة تركيز الآخر.

- **الأس (الرقم) الهيدروجيني** pH Value
  *** اللوغاريتم السالب (للأساس 10) لتركيز أيون الهيدروچين**
  *** أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة أو القاعدية للمحاليل المائية**

الصيغة الرياضية لها : $\mathbf{pH = -\log [H^+] = -\log [H_3O^+]}$

حيث أن حرف **(p)** يعني **(– log)**

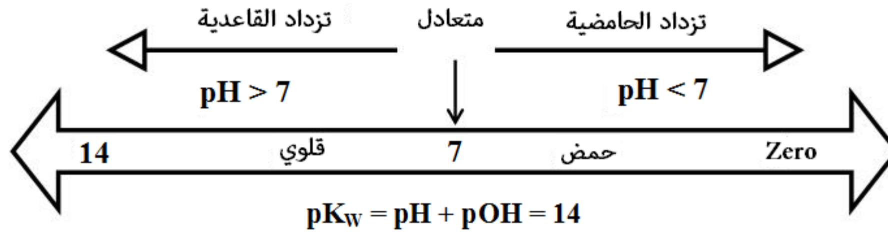
وإذا رجعنا لمعادلة الحاصل الأيوني للماء وبأخذ اللوغاريتم السالب لهذه المعادلة فإنها تصبح :

$$-\log [K_W] = (-\log [H^+]) + (-\log [OH^-])$$
$$-\log 10^{-14} = (-\log 10^{-7}) + (-\log 10^{-7})$$

وباستبدال القيمة **(– log)** بالحرف **(p)** فإن المعادلة تصبح :

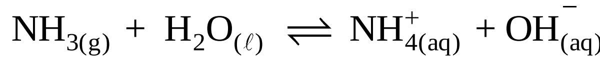
$$pK_W = pH + pOH = 14$$
$$14 = 7 + 7$$

نوع المحلول	pH	pOH
حمضي	أقل من 7	أكبر من 7
قاعدي	أكبر من 7	أقل من 7
متعادل	يساوي 7	يساوي 7



مثال (8)

المعادلـة التاليـة توضـح تأيـن قاعدة ضعيفة وهي هيدروكسيد الأمونيوم تركيزها **(0.1 mol/L)**



$$NH_{3(g)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons NH^{+}_{4(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$$

وكانت **(α)** هي درجة تأين القاعدة ، وكانت تأين القاعدة **$(K_b) = 10 \times 1.6$** ، احسب ما يلي :

① درجة تأين القاعدة ② تركيز أيون الهيدروكسيل في المحلول القاعدي

③ الرقم الهيدروكسيلي pOH للمحلول ④ الرقم الهيدروجيني pH للمحلول

الإجـــابة

$$(1)\ \alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C_b}} = \sqrt{\frac{1.6\times10^{-5}}{0.1}} = 0.0126$$

$$(2)\ [OH^-] = \sqrt{K_b.C_b} = \sqrt{1.6\times10^{-5}\times0.1} = 1.26 \times 10^{-3}$$

$$(3)\ pOH = -\log[OH^-] = -\log(1.26\times10^{-3}) = 2.89$$

$$(4)\ pH = pK_W - pOH = 14 - 2.89 = 11.11$$

ثالثاً التحلل المائي للأملاح (التميؤ) Hydrolysis :



جهاز قياس الرقم الهيدروچيني

التميؤ

تفاعل الملح مع الماء ليعطى الحمض و القلوى

تجربة :

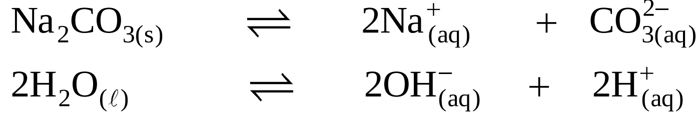
احضر أربع أنابيب اختبار وضع في الأولى محلول كربونات الصوديوم وفي الثانية محلول كلوريد الأمونيوم وفي الثالثة محلول أسيتات (خلات) الأمونيوم وفي الرابعة محلول كلوريد الصوديوم .. واكشف عن المحاليل الأربعة بورق عباد الشمس وتأكد من صحة البيانات الموضحة في الجدول التالي.

التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
① تأثير محلول كربونات الصوديوم Na_2CO_3	تزرق ورقة عباد الشمس	المحلول قاعدي
② تأثير محلول كلوريد الأمونيوم NH_4Cl	تحمر ورقة عباد الشمس	المحلول حمضي
③ تأثير محلول أسيتات الأمونيوم CH_3COONH_4	لا تتأثر	المحلول متعادل
④ تأثير محلول كلوريد الصوديوم $NaCl$	لا تتأثر	المحلول متعادل

ويمكن تفسير نتائج الجدول السابق كما يلي :

① التحلل المائي (تميؤ) ملح كربونات الصوديوم (ملح مشتق من حمض ضعيف وقاعدة قوية) :

- يتأين الماء كإلكتروليت ضعيف ليعطي أيونات الهيدروچين (H^+) وأيونات الهيدروكسيل (OH^-)
- عند إذابة كربونات الصوديوم .. فإنها تتفكك إلى أيونات الصوديوم وأيونات الكربونات تبعاً للمعادلات التالية:



$$Na_2CO_{3(s)} \rightleftharpoons 2Na^+_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)}$$

$$2H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons 2OH^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)}$$



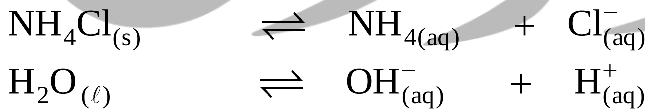
$$Na_2CO_{3(s)} + 2H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons 2Na^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} + H_2CO_{3(aq)}$$

ويتضح من التفاعلات السابقة ما يلي :

- لا يتكون هيدروكسيد صوديوم؛ لأنه إلكتروليت قوي تام التأين فيزداد تركيز أيونات (OH^-) الناتجة من تأين الماء في المحلول، ولا يؤثر أيونات الصوديوم في إتزان الماء.
- يتكون حمض الكربونيك؛ لأنه إلكتروليت ضعيف غير تام التأين فيقل تركيز أيونات (H^+) الناتجة من تأين الماء لاتحادها مع أيونات الكربونات في المحلول.
- ولكي يسترجع الاتزان ثانية فإنه تبعاً لقاعدة لوشاتيليه تتأين جزيئات أخرى من الماء لتعوض النقص في تركيز أيونات (H^+)
- ويترتب على ذلك تراكم أو زيادة تركيز أيونات (OH^-) ويصبح تركيزها أكبر من تركيز أيونات (H^+) المحلول.
- وعلى ذلك يكون الرقم الهيدروچيني ($pH>7$) ويكون محلول كربونات الصوديوم قاعدياً.

② التحلل المائي (تميؤ) ملح كلوريد الأمونيوم (ملح مشتق من حمض قوى مع قاعدة ضعيفة) :

- يتأين الماء كإلكتروليت ضعيف ليعطي أيونات الهيدروچين (H^+) وأيونات الهيدروكسيل (OH^-)
- عند إذابة كلوريد الأمونيوم .. فإنها تتفكك إلى أيونات الكلوريد وأيونات الأمونيوم تبعاً للمعادلات التالية :



$$NH_4Cl_{(s)} \rightleftharpoons NH_{4(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons OH^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$



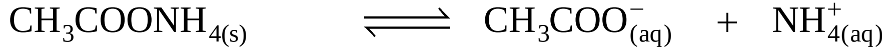
$$NH_4Cl_{(s)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons NH_4OH_{(aq)} + H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

ويتضح من التفاعلات السابقة ما يلي :

- لا يتكون حمض الهيدروكلوريك؛ لأنه إلكتروليت قوي تام التأين فيزداد تركيز أيونات (H^+) الناتجة من تأين الماء في المحلول، ولا يؤثر أيونات الكلوريد في إتزان الماء.
- يتكون هيدروكسيد الأمونيوم؛ لأنه إلكتروليت ضعيف غير تام التأين فيقل تركيز أيونات (OH^-) الناتجة من تأين الماء لاتحادها مع أيونات الأمونيوم في المحلول.
- ولكي يسترجع الاتزان ثانية فإنه تبعاً لقاعدة لوشاتيليه تتأين جزيئات أخرى من الماء لتعوض النقص في تركيز أيونات (OH^-)
- ويترتب على ذلك تراكم أو زيادة تركيز أيونات (H^+) ويصبح تركيزها أكبر من تركيز أيونات (OH^-) المحلول.
- وعلى ذلك يكون الرقم الهيدروچيني ($pH<7$) ويكون محلول كلوريد الأمونيوم حامضياً.

③ **التحلل المائي (تميؤ) ملح أسيتات الأمونيوم (ملح مشتق من حمض ضعيف وقلوى ضعيف) :**

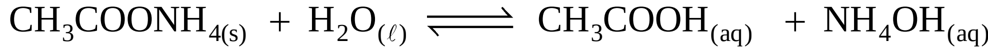
- يتأين الماء كإلكتروليت ضعيف ليعطي أيونات الهيدروچين (H^+) وأيونات الهيدروكسيل (OH^-)
- عند إذابة أسيتات الأمونيوم .. فإنها تتفكك إلى أيونات الأسيتات وأيونات الأمونيوم تبعاً للمعادلات التالية :



$$CH_3COONH_{4(s)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + NH^+_{4(aq)}$$



$$H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$



$$CH_3COONH_{4(s)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons CH_3COOH_{(aq)} + NH_4OH_{(aq)}$$

- يتكون حمض الأسيتيك؛ لأنه إلكتروليت ضعيف غير تام التأين فيقل تركيز أيونات (H^+) الناتجة من تأين الماء لاتحادها مع أيونات الأسيتات في المحلول.
- يتكون هيدروكسيد الأمونيوم ؛ لأنه إلكتروليت ضعيف التأين غير تام التأين فيقل تركيز أيونات (OH^-) الناتجة من تأين الماء لاتحادها مع أيونات الأمونيوم في المحلول.
- مما يعني أن تركيز أيونات (H^+) القليل الناتج من تأين الحمض الضعيف يكافئ تركيز أيونات (OH^-) القليل الناتج من تأين القاعدة الضعيفة.
- وعلى ذلك يكون الرقم الهيدروچيني ($pH=7$) ويكون محلول أسيتات الأمونيوم متعادلاً.

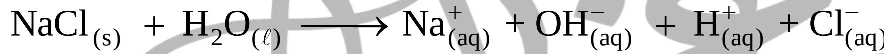
④ **تميؤ كلوريد الصوديوم (ملح مشتق من حمض قوى وقاعدة قوية) :**



$$NaCl_{(s)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$



$$H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons OH^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$



$$NaCl_{(s)} + H_2O_{(\ell)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} + H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

- لا يتكون حمض الهيدروكلوريك؛ لأنه إلكتروليت قوي تام التأين فيزداد تركيز أيونات (H^+) الناتجة من تأين الماء في المحلول، ولا يؤثر أيونات الكلوريد في إتزان الماء.
- لا يتكون هيدروكسيد صوديوم؛ لأنه إلكتروليت قوي تام التأين فيزداد تركيز أيونات (OH^-) الناتجة من تأين الماء في المحلول، ولا يؤثر أيونات الصوديوم في إتزان الماء.
- مما يعني أن تركيز أيونات (H^+) الناتج من تأين الحمض القوي يكافئ تركيز أيونات (OH^-)الناتج من تأين القاعدة القوية.
- وعلى ذلك يكون الرقم الهيدروچيني ($pH=7$) ويكون محلول كلوريد الصوديوم متعادلاً.

مما سبق يمكن أن نستنتج مقارنة بين التميؤ والتعادل ... كما يلي :

التميؤ	التعادل
عملية ذوبان الملح في الماء لينتج الحمض والقلوي المُشتق منهما الملح. وتعتمد الخاصية الحامضية والقاعدية لمحلول الملح على قوة كل من الحمض والقلوي الناتجين من ذوبان الملح في الماء.	تفاعل حمض وقلوي لينتج ملح وماء.

رابعاً حاصل الإذابة :

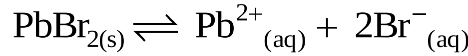
لكل ملح صلب حد معين للذوبان في الماء عند درجة حرارة معينة وعند الوصول لهذا الحد تصبح المادة المذابة في حالة اتزان ديناميكي مع المادة غير المذابة ويوصف المحلول حينئذ **بالمحلول المشبع**.

المحلول المشبع : المحلول الذي تكون المادة المذابة فيه في حالة اتزان ديناميكي مع المادة غير المذابة.

ملاحظات :	مدى ذوبانية الأملاح الصلبة في الماء واسع جداً. ◂ ذوبانية نيترات البوتاسيوم KNO_3 في الماء تساوي 31.6g/100g عند 20°C ◂ ذوبانية كلوريد الفضة AgCl في الماء تساوي 0.0016g/100g عند 20°C

درجة الذوبان : تركيز المحلول المُشبع من الملح شحيح الذوبان عند درجة حرارة معينة.

فإذا أخذت كمية من بروميد الرصاص II ($PbBr_2$) ورُجت في الماء، فإن كمية ضئيلة جداً سوف تذوب ويتأين جزء منها وفقاً للمعادلة الآتية :



$$PbBr_{2(s)} \rightleftharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + 2Br^{-}_{(aq)}$$

وبتطبيق قانون فعل الكتلة عليها فإن ثابت الإتزان :

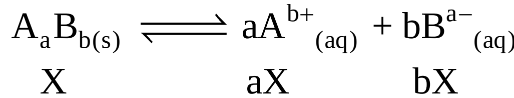
$$K_{sp} = \frac{[Pb^{2+}][Br^{-}]^2}{[PbBr_2]}$$

وحيث أن تركيز $PbBr_2$ الصلب يظل ثابتاً تقريباً فإن : $K_{sp} = [Pb^{2+}][Br^{-}]^2$

● **حاصل الإذابة (K_{sp})** ●

لأي مركب أيونى شحيح الذوبان هو حاصل ضرب تركيز أيوناته مقدرة بالمول/لتر مرفوع كُل منها لأس يساوى عدد مولات الأيونات والتي توجد في حالة اتزان مع محلولها المشبع

إرشادات لحل مسائل حاصل الإذابة : لأي مركب شحيح الذوبان في الماء يساوي حاصل ضرب تركيز أيوناته (كل مرفوع لأس يساوي عدد مولات الأيونات) مقدرة بالمول / لتر



$$A_aB_{b(s)} \rightleftharpoons aA^{b+}_{(aq)} + bB^{a-}_{(aq)}$$

$$X \qquad aX \qquad bX$$



◂ **تُستخدم العلاقة :** $K_{sp} = [A^{b+}]^a.[B^{a-}]^b$

إذا ورد في المُعطيات تركيز الأيونات في المحلول المُشبع

◂ **تُستخدم العلاقة :** $K_{sp} = (aX)^a . (bX)^b$

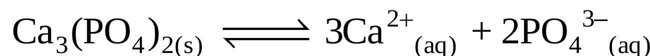
إذا ورد في المُعطيات درجة ذوبان الملح شحيح الذوبان في الماء (X)

مثـال (9)

احسب قيمة حاصل الإذابة لملح فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ ، علماً بأن :

(١) تركيز أيونات الكالسيوم 2×10^{-8} mol/L (٢) تركيز أيونات الفوسفات 1×10^{-3} mol/L

الإجـــابة



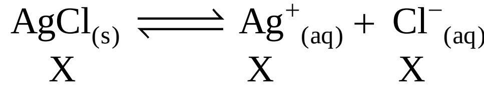
$$Ca_3(PO_4)_{2(s)} \rightleftharpoons 3Ca^{2+}_{(aq)} + 2PO_4^{3-}{}_{(aq)}$$

$$\therefore K_{sp} = [Ca^{2+}]^3 . [PO_4^{3-}]^2 = (2\times10^{-8})^3 \times (1\times10^{-3})^2 = 8\times10^{-30}$$

مثال (10)

إذا كانت درجة ذوبان كلوريد الفضة AgCl هى 10^{-5} mol/L احسب قيمة حاصل الإذابة.

الإجابة



$$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

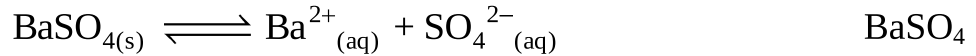
X X X

$$\because [Ag^+] = [Cl^-] = X$$

$$\therefore K_{sp} = [Ag^+][Cl^-] = 10^{-5} \times 10^{-5} = 10^{-10} mol/L$$

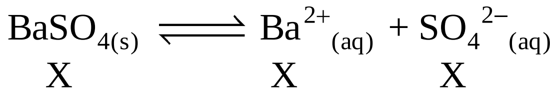
مثال (11)

إذا كان تركيز أيون (Ba^{2+}) عند الاتزان هي 1.04×10^{-5} mol/L، احسب قيمة حاصل الإذابة لـ $BaSO_4$



$$BaSO_{4(s)} \rightleftharpoons Ba^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

الإجابة



$$BaSO_{4(s)} \rightleftharpoons Ba^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

X X X

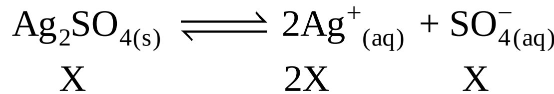
$$\because [Ba^{2+}] = [SO_4^{2-}] = X$$

$$\therefore K_{sp} = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}] = 1.04 \times 10^{-5} \times 1.04 \times 10^{-5} = 1.08 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$$

مثال (12)

احسب قيمة حاصل الإذابة لملح كبريتات الفضة Ag_2SO_4 علماً بأن درجة ذوبانه في الماء عند درجة حرارة مٌعينة يساوي 1.4×10^{-2} mol/L

الإجابة



$$Ag_2SO_{4(s)} \rightleftharpoons 2Ag^+_{(aq)} + SO^-_{4(aq)}$$

X 2X X

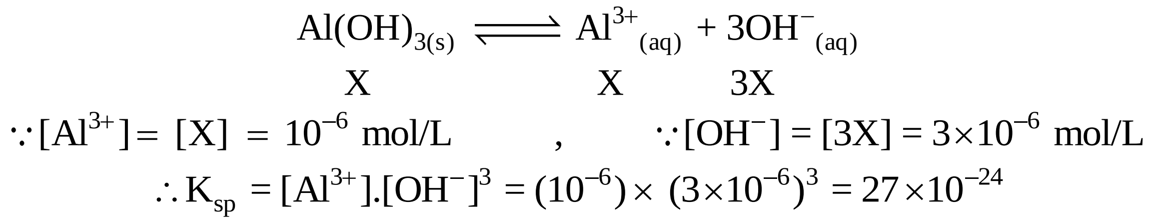
$$\because [Ag^+] = [2X] = 2 \times 1.4 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \quad , \quad \because [SO_4^{2-}] = [X] = 1.4 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\therefore K_{sp} = [Ag^+]^2.[SO_4^{2-}] = (2 \times 1.4 \times 10^{-2})^2 \times (1.4 \times 10^{-2}) = 1.0976 \times 10^{-5}$$

مثال (13)

احسب قيمة حاصل الإذابة لهيدروكسيد الألومنيوم إذا كانت درجة ذوبانه 10^{-6} mol/L

الإجـــابة

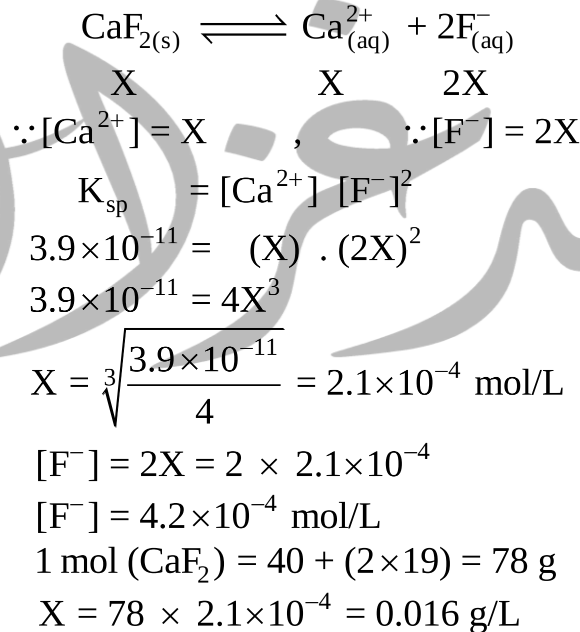


$$Al(OH)_{3(s)} \rightleftharpoons Al^{3+}_{(aq)} + 3OH^{-}_{(aq)}$$
$$X \qquad X \qquad 3X$$
$$\because [Al^{3+}] = [X] = 10^{-6}\ mol/L \qquad , \qquad \because [OH^{-}] = [3X] = 3\times10^{-6}\ mol/L$$
$$\therefore K_{sp} = [Al^{3+}].[OH^{-}]^3 = (10^{-6}) \times (3\times10^{-6})^3 = 27\times10^{-24}$$

مثـال (14)

إذا كانت قيمة حاصل الإذابة (K_{sp}) لفلوريد الكالسيوم (CaF_2) هي 3.9×10^{-11}
احسب كل من : **(١)** درجة ذوبان فلوريد الكالسيوم في الماء مقدرة بوحدة **mol/L**
(٢) تركيز أيونات الفلوريد
(٣) درجة ذوبان فلوريد الكالسيوم في الماء مقدرة بوحدة **g/L**

الإجـــابة



$$CaF_{2(s)} \rightleftharpoons Ca^{2+}_{(aq)} + 2F^{-}_{(aq)}$$
$$X \qquad X \qquad 2X$$
$$\because [Ca^{2+}] = X \qquad , \qquad \because [F^{-}] = 2X$$
$$K_{sp} = [Ca^{2+}]\ [F^{-}]^2$$
$$3.9\times10^{-11} = (X)\ .\ (2X)^2$$
$$3.9\times10^{-11} = 4X^3$$
$$X = \sqrt[3]{\frac{3.9\times10^{-11}}{4}} = 2.1\times10^{-4}\ mol/L$$
$$[F^{-}] = 2X = 2 \times 2.1\times10^{-4}$$
$$[F^{-}] = 4.2\times10^{-4}\ mol/L$$
$$1\ mol\ (CaF_2) = 40 + (2\times19) = 78\ g$$
$$X = 78 \times 2.1\times10^{-4} = 0.016\ g/L$$

تقــويم الـدرس الثاني : الاتزان الأيوني

١ اكتب المصطلح العلمي أو الاسم الدال على كل من العبارات التالية :

(١) مواد لا توصل محاليلها أو مصهوراتها التيار الكهربي لعدم وجود أيونات مماهة أو حرة.

(٢) مواد توصل محاليلها أو مصهوراتها التيار الكهربي عن طريق حركة أيوناتها (المماهة أو الحرة).

* مواد توصل التيار الكهربى عن طريق حركة أيوناتها. (مصر أول ٩٦)

(٣) مواد تامة التأين توصل التيار الكهربي توصيلاً قوياً.

(٤) مواد غير تامة التأين توصل التيار الكهربي توصيلاً ضعيفاً.

(٥) عملية تحول جزيئات المركبات الأيونية إلى أيونات حُرة. (مصر ثان – ق – ١٤)

(٦) عملية تحول جزيئات غير متأينة إلى أيونات.

(٧) عملية تحول جزء ضئيل من الجزيئات غير المتأينة إلى أيونات وتحدث في الإلكتروليتات الضعيفة.

(٨) عملية تحول كُل الجزيئات غير المتأينة إلى أيونات وتحدث في الإلكتروليتات القوية.
(مصر أول – ح – ١٥)

(٩) إتزان يحدث في محاليل الإلكتروليتات الضعيفة بين جزيئاتها غير المتأينة والأيونات الناتجة عنها.
(السودان أول ٠٧)

(١٠) أيون يتكون من ارتباط البروتون الناتج من تأين الأحماض مع جزيء الماء. (الأزهر أول ٠٩)

(١١) البروتون المماه.

(١٢) أيونات لا توجد منفردة في المحاليل المائية للأحماض. (الأزهر ثان ١٤)

(١٣) العالِم الذي أوجد العلاقة بين درجة التفكك (α) والتركيز (C) بالمول / لتر. (مصر ثان ٠٨ ، الأزهر أول ١٥)

(١٤) النسبة بين حاصل ضرب تركيزات الأيونات الناتجة إلى تركيز الجزيئات غير المتأينة.

(١٥) النسبة بين حاصل ضرب تركيزات أيونات الحمض الناتجة إلى تركيز جزيئات الحمض غير المتأينة.

(١٦) النسبة بين عدد المولات المتفككة إلى عدد المولات الكلية قبل التفكك.

(١٧) الأحماض التي تتميز بصغر ثابت تأينها. (الأزهر ثان ١٤)

(١٨) قانون يبين العلاقة بين درجة تأين المحاليل الإلكتروليتية الضعيفة (α) وتركيزها (C)

* قانون يبين العلاقة الكمية بين درجة التأين (α) ودرجة تخفيفه.

* عند ثبوت درجة الحرارة فإن درجة التأين (α) تزداد بزيادة التخفيف لتظل قيمة K_a ثابتة.

(١٩) القواعد التي تتأين في المحلول المائي جزئياً.

(٢٠) حاصل ضرب تركيزي أيون الهيدروجين وأيون الهيدروكسيل ويساوى 10^{-14} mol/L
(السودان ثان ٠٧ ، مصر أول ٠٩ ، مصر ثان – ح – ١٤)

(٢١) تعبير عن درجة الحموضة أو القاعدية للمحاليل المائية بأرقام متسلسلة موجبة. (مصر ثان ٠٢)

* اللوغاريتم السالب (للأساس 10) لتركيز أيون الهيدروجين (H^+). (مصر ثان ٠٧ ، السودان أول ١٢)

(٢٢) اللوغاريتم السالب (للأساس 10) لتركيز أيون الهيدروكسيد (OH^-).

(٢٣) عملية ذوبان الملح في الماء وتكوين الحمض والقلوي المشتق منها الملح.

(٢٤) الملح المُشتق من حمض قوي وقاعدة قوية.

* الملح المُشتق من حمض ضعيف وقاعدة ضعيفة.

(٢٥) الملح المُشتق من حمض قوي وقاعدة ضعيفة.

(٢٦) الملح المُشتق من حمض ضعيف وقاعدة قوية.

(٢٧) المحلول الذي تكون المادة المذابة فيه في حالة اتزان ديناميكي مع المادة غير المذابة.

(٢٨) تركيز المحلول المُشبع من الملح شحيح الذوبان عند درجة حرارة معينة.

(٢٩) حاصل ضرب تركيز أيونات مركب أيوني شحيح الذوبان (كل مرفوع لأُس يساوي عدد الأيونات) مقدرة بالمول/لتر والتي تتواجد في حالة اتزان مع محلولها المشبع. (الأزهر أول ١١)

---

٢ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

(١) النظام التالي في حالة اتزان $AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$

فعند إضافة 0.1 mol/L من حمض **HCl** إلى هذا النظام، سوف يزاح الاتزان إلى ....

أ) ناحية اليمين وينقص تركيز أيون $Ag^{+}_{(aq)}$ ب) ناحية اليمين ويزيد تركيز أيون $Ag^{+}_{(aq)}$

جـ) ناحية اليسار وينقص تركيز أيون $Ag^{+}_{(aq)}$ ء) ناحية اليسار ويزيد تركيز أيون $Ag^{+}_{(aq)}$

(٢) في التفاعل المتزن : $H_2S_{(s)} \rightleftharpoons 2H^{+}_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)}$ عند إضافة قطرات من محلول حمض الهيدروكلوريك فإن التفاعل .... (الأزهر ثان ١٣)

أ) ينشط في الاتجاه العكسي. ب) ينشط في الاتجاه الطردي.

جـ) لا يتأثر.

(٣) الاتزان الذي ينشأ في محاليل الإلكتروليتات الضعيفة بين جزيئاتها وبين الأيونات الناتجة عنها تسمى بالإتزان .... (مصر ثان ٠٢)

أ) التساهمي ب) الديناميكي جـ) الأيوني ء) الهيدروليكي

(٤) تتميز المحاليل الالكتروليتية القوية بأنها ....

أ) محاليل مواد متأينة تماماً

ب) المواد المتأينة التي تحتويها تتفكك سريعاً في محاليلها وتوصل التيار الكهربي

جـ) المواد المتأينة التي تحتويها تتفكك ببطء في المحلول وضعيفة التوصيل للتيار الكهربي

ء) الإجابتان (أ) ، (ب) صحيحتان

(٥) محلول غاز كلوريد الهيدروچين **(HCl)** في البنزين ....

أ) يحتوي على أيونات ويضئ المصباح الكهربي المتصل بقطبين مغموسين في محلوله

ب) لا يحتوي على أيونات ولا يضئ المصباح الكهربي المتصل بقطبين مغموسين في محلوله

جـ) الرابطة بين ذرتي جزئ الغاز في محلوله رابطة أيونية

ء) الإجابتان (أ) ، (جـ) صحيحتان

(٦) محلول حمض الخليك النقي الذائب في الماء ....

أ) يحتوي على أيونات ويضئ المصباح الكهربي المتصل بقطبين مغموسين في محلوله.

ب) لا يحتوي على أيونات ولا يضئ المصباح الكهربي المتصل بقطبين مغموسين في محلوله.

جـ) يحتوي على أيونات يزداد عددها بالتخفيف.

ء) الإجابتان (أ) ، (جـ) صحيحتان.

(٧) محلول حمض الخليك النقي الذائب في الماء .... (مصر ثان ١٢)

أ) يحتوي على أيونات ويضئ المصباح الكهربي المتصل بقطبين مغموسين في محلوله.

ب) لا يحتوي على أيونات ولا يضئ المصباح الكهربي المتصل بقطبين مغموسين في محلوله.
جـ) يحتوي على أيونات يقل عددها بالتخفيف.
د) الإجابتان (أ) ، (جـ) صحيحتان.

(٨) ثوابت تأين **Ka** لحمض الكبريتوز H_2SO_3 , وحمض الهيدروفلوريك **HF** ، وحمض الخليك CH_3COOH وحمض الكربونيك H_2CO_3 هي على التوالي 1.7×10^{-2} ، 7.6×10^{-4} ، 1.8×10^{-5} ، 4.4×10^{-7} يمكن ترتيب هذه الأحماض الضعيفة تبعاً لقوتها، حسب تأينها في الماء كما يلي ....

أ) الكبريتوز > الهيدروفلوريك > الخليك > الكربونيك
ب) الكربونيك > الخليك > الهيدروفلوريك > الكبريتوز
جـ) الكربونيك > الهيدروفلوريك > الكبريتوز > الخليك
د) الهيدروفلوريك > الخليك > الكبريتوز > الكربونيك

(٩) المادة الإلكتروليتية من المواد التالية هي ....

أ) سكر الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ ب) البنزين العطري C_6H_6
جـ) الميثانول CH_3OH د) حمض الخليك CH_3COOH

(١٠) محلول **0.001 mol/L** من حمض الهيدروكلوريك تكون قيمة **pH** له تساوي ....
(السودان أول ١٠ ، مصر أول ١٠)

أ) 11 ب) 3 جـ) 1 د) Zero

(١١) إذا كان الرقم الهيدروچيني لحمض معين هو 3 فيكون الرقم الهيدروكسيلي له .... (مصر ثان ٠٩)

أ) 11 ب) 9 جـ) 8 د) 4

(١٢) حمض الهيدروكلوريك من أقوى الأحماض فالرقم الهيدروچيني لمحلول منه تركيزه 1 mol/L .... (مصر أول ٠٩)

أ) Zero ب) 7 جـ) 13 د) 14

(١٣) محلول كلوريد الحديد **(III)** تأثيره على ورقة عباد الشمس .... (مصر ثان ٩٥)

أ) قلوي ب) حمضي جـ) متعادل د) لا يؤثر

(١٤) ناتج تميؤ ملح كربونات الصوديوم في الماء هو حمض كربونيك و .... (مصر أول ٠٣)

أ) أيونات (H^+) وأيونات (Na^+) ب) أيونات (Na^+) وأيونات (OH^-)
جـ) هيدروكسيد الصوديوم د - أيونات (CO_3^{2-}) وأيونات (Na^+)

(١٥) الحاصل الأيوني للماء يساوي mol/L .... (مصر ثان ٠٨)

أ) 7 ب) 14 جـ) 10^{-7} د) 10^{-14}

(١٦) الأس الهيدروچيني لمحلول كربونات الأمونيوم يساوي ....

أ) 7 ب) أكبر من 7 جـ) أقل من 7 د) 14

(١٧) يكون المحلول حمضياً عندما تكون قيمة الأس الهيدروچيني له .... (مصر أول ٩٧)

أ) 7 ب) أكبر من 7 جـ) أقل من 7 د) 14

(١٨) محلول كلوريد الحديد pH III تأثيره .... على ورقة عباد الشمس. (مصر ثان ٩٥)

أ) حمضي. ب) قلوي. جـ) متعادل.

(١٩) تحمر ورقة عباد الشمس الزرقاء عند تميؤ ملح .... (مصر أول ٠٧)

أ) أسيتات الأمونيوم ب) كلوريد الأمونيوم
جـ) كربونات الصوديوم د) كربونات الأمونيوم

(٢٠) أحد الأملاح التالية محلوله يزرق صبغة عباد الشمس .... (مصر أول ٠٨)

أ) كبريتات البوتاسيوم ب) أسيتات الأمونيوم

جـ) نترات الحديد III د) خلات الصوديوم

(٢١) محلول الإلكتروليت القوي يكون تام .... (مصر أول – ح – ١٤)

أ) التفاعل ب) التحلل جـ) الذوبان د) التأين

(٢٢) يعتبر المحلول الذي تركيز أيون H_3O^+ يساوي 1×10^{-4} mol/L محلولاً .... (السودان أول – ح – ١٥)

أ) حمضياً والرقم الهيدروچيني له = 4 ب) حمضياً والرقم الهيدروچيني له = 10

جـ) قاعدياً والرقم الهيدروچيني له = 4 د) قاعدياً والرقم الهيدروچيني له = 10

(٢٣) الاتزان الأيوني ينشأفي محاليل الإلكتروليتات الضعيفة، بين .... (مصر ثان – ح – ١٤)

أ) جزيئات المتفاعلات وجزيئات النواتج. ب) جزيئات المتفاعلات وأيونات النواتج.

جـ) أيونات المتفاعلات وجزيئات النواتج. د) أيونات المتفاعلات وأيونات النواتج.

(٢٤) تمكن العالم استفالد من إيجاد علاقة بين .... (الأزهر ثان ١٤)

أ) تركيز كل من المتفاعلات والنواتج. ب) درجة التأين والتركيز.

جـ) درجة التفكك والتوصيل الكهربي. د) تركيز المتفاعلات ومعدل التفاعل.

(٢٥) تركيز أيون الهيدروجين في الماء النقي يساوي .... (الأزهر أول ١٢)

أ) 1×10^{-7} M ب) 1×10^{-6} M جـ) 1×10^{-14} M د) 1×10^{7} M

(٢٦) من الصفات العامة لمحاليل الأحماض المائية .... (مصر أول – ح – ١٤)

أ) pH>7 ب) تزرق محلول عباد الشمس.

جـ) تزيل لون الفينولفثالين. د) لها ملمس دهني.

(٢٧) من الصفات العامة لمحاليل القواعد المائية .... (مصر ثان – ح – ١٤)

أ) تحمر محلول عباد الشمس. ب) pH<7

جـ) تحول لون الميثيل البرتقالي إلى اللون الأصفر. د) لها طعم لاذع.

(٢٨) عند خلط حجمان متساويان من محلولي حمض الهيدروكلوريك وهيدروكسيد الصوديوم، تركيز كل منهما 0.5 M يكون المحلول الناتج .... (السودان ثان – ح – ١٤ ، مصر أول – ح – ١٥)

أ) حامضي. ب) متعادل.

جـ) قلوي. د) لا توجد إجابة صحيحة.

(٢٩) محلول كربونات الصوديوم في الماء .... (السودان أول – ح – ١٥)

أ) يحمر محلول عباد الشمس. ب) يزرق محلول عباد الشمس.

جـ) حمضي التأثير على محلول عباد الشمس. د) متعادل التأثير على محلول عباد الشمس.

(٣٠) المحلول الذي له صفة حمضية (أي أن ال pH له أقل من 7) هو ....

أ) الماء النقي ب) ماء البحر جـ) الخل د) محلول الأمونيا

(٣١) المحلول الذي له صفة قلوية (أي أن ال pH له أكبر من 7) هو ....

أ) مستحلب المانيزيا ب) الماء النقي

جـ) محلول هيدروكسيد الصوديوم د) الاجابتان (أ) ، (جـ) صحيحتان

(٣٢) المحلول المتعادل (أي أن ال pH له تساوي 7) هو ....

أ) ماء البحر. ب) الماء النقي.

جـ) عصير البرتقال.   ء) حمض الهيدروكلوريك.

(٣٣) محلول .... من المحاليل المتعادلة (pH = 7)   (السودان ثان – ح – ١٤)

أ) هيدروكسيد الصوديوم   ب) كلوريد الصوديوم

جـ) عصير البرتقال   ء) حمض الهيدروكلوريك

(٣٤) عند إضافة قطرة من دليل الفينولفثالين إلى محلول .... يتلون المحلول باللون الأحمر.
(تجريبي ١٤ ، تجريبي ١٥)

أ) كلوريد الصوديوم   ب) كربونات الصوديوم

جـ) أسيتات الأمونيوم   ء) كلوريد الأمونيوم

(٣٥) محلول كربونات الصوديوم في الماء ....

أ) يحمر عباد الشمس   ب) يزرق عباد الشمس

جـ) قلوي التأثير على عباد الشمس   ء) الاجابتان (ب) ، (جـ) صحيحتان

(٣٦) محلول كلوريد الصوديوم في الماء ....

أ) يحمر عباد الشمس   ب) يزرق عباد الشمس

جـ) متعادل التأثير على عباد الشمس   ء) الاجابتان (ب) ، (جـ) صحيحتان

(٣٧) التميؤ هو تفاعل كيميائي ....

أ) عكس تفاعل التعادل.

ب) يحدث للأملاح المُشتقة من حمض ضعيف وقاعدة قوية أو من حمض قوي مع قاعدة ضعيفة.

جـ) يحدث للأملاح المُشتقة من حمض ضعيف وقاعدة ضعيفة.

ء) جميع الإجابات صحيحة.

(٣٨) ما قيمة pH للمحلول الذي يحتوي على أقل تركيز من أيون $[OH^-]$ ؟

أ) 1   ب) 7   جـ) 10   ء) 14

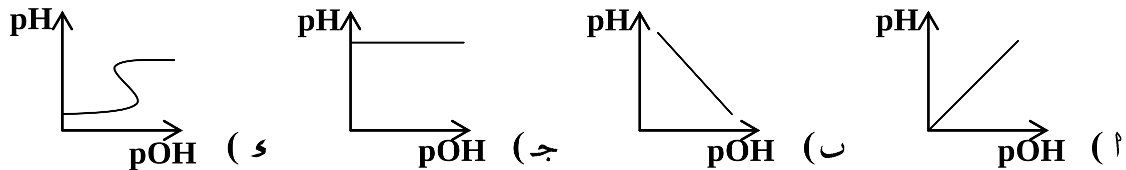
(٣٩) إذا كان الحاصل الأيوني للماء = 1×10^{-14} عند درجة حرارة 298°K فإن تركيز أيون (H^+) في الماء النقي عند نفس الدرجة هو mol/L ....

أ) 1×10^{-7} ب) 1×10^{7} جـ) 1×10^{-14} ء) 1×10^{14}

(٤٠) فيما يلي ثوابت تأيين (Ka) لأربعة أحماض ضعيفة فإن .... تعتبر ثابت التأين لأضعف حمض

أ) 1×10^{-5} ب) 1×10^{-4} جـ) 1.7×10^{-3} ء) 1.7×10^{-2}

(٤٤) الشكل .... يعبر عن العلاقة بين pH ، pOH للمحلول الواحد.



(٤١) المحلول الذي قوة تركيزه **0.1 mol/L** والذي يحتوي على أعلى تركيز من أيونات H_3O^+ هو محلول ....

أ) CH_3COOH ب) NaCl   جـ) KBr   ء) $Ba(OH)_2$

(٤٢) عند خلط حجوم متساوية من محلولي **0.5mol/L** من **HCl** ، **0.5mol/L** من **NaOH** يكون المحلول الناتج ......

أ) حمضي   ب) قلوي   جـ) متعادل   ء) لا توجد إجابة صحيحة

(٤٣) pH لمحلول NaOH تركيزه 0.1 mol/L يساوي ....

أ) 1 ب) 7 جـ) 13 ء) 14

(٤٤) pH لمحلول حمض الكبريتيك 0.005 mol/L يساوي ....

أ) 0.01 ب) 0.005 جـ) 1 ء) 2

(٤٥) تركيز أيونات OH^- في محلول HCl تركيزه 0.025 mol/L يساوي ....mol/L

أ) 2.5×10^{-16} ب) 4×10^{-13} جـ) 2.5×10^{-2} ء) 2.5×10^{12}

(٤٦) المحلول المائي لكبريتات النحاس $CuSO_4$ يحمر عباد الشمس الأزرق، بسبب ....

أ) وجود أيونات Cu^{2+} ب) وجود أيونات SO_4^{2-}

جـ) حدوث عملية تميؤ ء) حدوث عملية اختزال

(٤٧) pOH لمحلول KOH تركيزه 0.05 mol/L يساوي ....

أ) 1 ب) 1.3 جـ) 12.7 ء) 13

(٤٨) محلول .... الذي تركيزه 0.01 mol/L تكون قيمة pH له 2

أ) HCl ب) HCN جـ) CH_3COOH ء) NaOH

(٤٩) المحلول الحمضي عند 25°C يتميز بأن ....

أ) $[H_3O^+]<[OH^-]$ ب) $[H_3O^+]>[OH^-]$

جـ) pOH<7 ء) pH>7

(٥٠) يمكن حساب قيمة pOH لمحلول ما من العلاقة ....

أ) $pOH = K_w + pH$ ب) $pOH = -\log K_w$

جـ) $pOH = -\log [H_3O^+]$ ء) $pOH = pKw - pH$

(٥١) يتواجد الإلكتروليت الضعيف في المحلول على هيئة .... بنسبة كبيرة.

أ) ذرات ب) جزيئات جـ) شقوق حرة ء) أيونات

(٥٢) عند معايرة .... تكون قيمة pH للمحلول الناتج 7

أ) حمض ضعيف بقاعدة قوية ب) حمض قوي بقاعدة ضعيفة

جـ) حمض قوي بقاعدة قوية ء) الإجابتان (أ) ، (ب) معاً

(٥٣) المحلول المائي الذي قيمة pH له تساوي 6 ، يكون $[OH^-]$ فيه ....

أ) 1×10^{8} ب) 1×10^{-6} جـ) 1×10^{-7} ء) 1×10^{-8}

---

٣ علل لما يأتي :

(١) لا يوجد أيون الهيدروچين (البروتون) الناتج من تأين الأحماض في محاليلها المائية منفرداً.
(مصر أول ٠٧ ، مصر ثان ٠٩ ، أزهر أول١٢ ، مصر أول ١٢)

(٢) يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات الضعيفة فقط. (تجريبي ١٠)

(٣) لا يمكن تطبيق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات القوية.

(٤) تزداد درجة توصيل محلول حمض الأسيتيك للتيار الكهربي عند تخفيفه بالماء، بينما لا تتأثر درجة توصيل محلول حمض الهيدروكلوريك بالتخفيف.

(٥) محلول كربونات الصوديوم قلوي التأثير على صبغة عباد الشمس. (مصر ثان ٠٧ ، السودان أول ١٠)

(٦) محلول كلوريد الأمونيوم حمضي التأثير على عباد الشمس. (السودان أول ٠٨ ، مصر ثان ٠٩)

* يتلون محلول كلوريد الأمونيوم باللون الأحمر عند إضافة قطرات من محلول الميثيل البرتقالي عليه. (مصر أول ١١)

* محلول كلوريد الحديد (III) حمضي التأثير على عباد الشمس.

(٧) محلول كلوريد الصوديوم متعادل التأثير على صبغة عباد الشمس.

(٨) محلول أسيتات الأمونيوم متعادل التأثير على صبغة عباد الشمس.

(٩) الحاصل الأيوني للماء $K_W = [10^{-7}]\ [10^{-7}] = 10^{-14}$ (مصر ثان ٠٦)

* الماء النقي متعادل التأثير على عباد الشمس.

---

٤ مسائل متنوعة :

قانـون أستفالـد :

(١) إذا كانت درجة تفكك حمض عضوي ضعيف أحادي البروتون تساوي **3%** في محلول تركيزه **0.2 mol/L** ، احسب ثابت تأين **(K_a)** لهذا الحمض

(1.8×10^{-4})

---

(٢) احسب تركيز أيون الهيدروجين في محلول **0.1 mol/L** من حمض الخليك عند درجة حرارة **25°C** .. علماً بأن ثابت الاتزان لهذا الحمض **1.8×10^{-5}** (السودان أول ٠٧)

(1.34×10^{-3})

---

(٣) احسب درجة التفكك في محلول **0.2 mol/L** من الهيدروسيانيك **(HCN)** عند 25°C علماً بأن ثابت الاتزان للحمض **K_a** = 7.2×10^{-10} (السودان أول ٠٨ ، مصر أول ٠٨ ، مصر ثان ٠٩ ، السودان أول ١٤)

(6×10^{-5})

---

(٤) محلول 0.1 mol/L من حمض الخليك ، إذا كان ثابت تأين حمض الخليك 1.8×10^{-5}

احسب كل من :

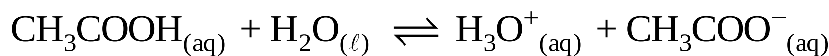
(أ) نسبة تأين الحمض — (ب) تركيز أيون الهيدرونيوم (مصر أول ٠٩)

(جـ) الرقم الهيدروجيني pH — (د) الرقم الهيدروكسيلي pOH

(1.34×10^{-2} - 1.34×10^{-3} - 2.87 - 11.13)

---

(٥) المعادلة التالية توضح تأين حمض ضعيف وهو حمض الخليك **(تركيزه C_a = 0.5 mol/L)** في محلوله المائي وكان ثابت التأين للحمض **K_a** = 1.8×10^{-5}



$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$$

احسب كل من :

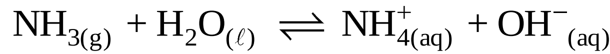
(أ) درجة تأين الحمض — (ب) تركيز أيون الهيدرونيوم

(جـ) الرقم الهيدروجيني pH — (د) الرقم الهيدروكسيلي pOH

(6×10^{-3} - 3×10^{-3} - 2.52 - 11.48)

---

(٦) المعادلة التالية : توضح تأين قاعدة ضعيفة وهي محلول النشادر (هيدروكسيد الأمونيوم) ، تركيزه **0.1 mol/L** وثابت تأين القاعدة $K_b = 1.6\times10^{-5}$



$$NH_{3(g)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

احسب كل من : (مصر ثان ١١)

(أ) درجة تأين القاعدة (ب) تركيز أيون الهيدروكسيد

(جـ) الرقم الهيدروكسيلي **pOH** (ء) الرقم الهيدروچيني **pH**

(1.26×10^{-2} - 1.26×10^{-3} - 2.9 - 11.1)

---

(٧) إذا علم أن قيمة الحاصل الأيوني للماء $K_W = 1\times10^{-14}$ عند 25°C ، أملء الفراغات في الجدول الآتي عند هذه الدرجة : (مصر أول ٠٦)

$[H^+]$	$[OH^-]$	pH	pOH
1×10^{-11}	....	....	....
....	1×10^{-5}	....	....
....	....	**6**	....
....	....	....	**12**

---

(٨) الماء النقي إلكتروليت ضعيف يوصل التيار الكهربي توصيلاً ضعيفاً **أجب عن الآتي :**

(أ) اكتب معادلة اتزان تأين الماء. (ب) ما نوع الاتزان. (مصر ثان ٠٣)

---

(٩) أوجد قيمة **(pH)** ووضح التأثير الحمضي أو القلوي أو المتعادل للمحاليل التالية حيث أن تركيز أيون الهيدروچين بها هو : (أ) 10^{-5} (ب) 10^{-12} (جـ) 10^{-7} (السودان أول ١٤)

حاصل الإذابة :

(١٠) رج محلول يحتوي على كبريتات الباريوم الصلبة **($BaSO_4$)** مع الماء النقي عند درجة حرارة 25°C لعدة أيام متتالية ، أخذت عينة من المحلول يومياً لتقدير تركيز أيون الباريوم بها , وبعد عدة أيام ثبتت قيمة تركيز **(Ba^{2+})** في المحلول مما يوضح أن المحلول في حالة الاتزان التالي :



$$BaSO_{4(s)} \rightleftharpoons Ba^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4\,(aq)}$$

إذا كان تركيز أيون **(Ba^{2+})** عند الاتزان هي 1.04×10^{-5} ، احسب قيمة حاصل الإذابة لكبريتات الباريوم **$BaSO_4$** (مصر أول ٠٧)

(1.8×10^{-10})

---

(١١) إذا كانت درجة ذوبان هيدروكسيد الألومنيوم هي 10^{-6} mol/L ، احسب قيمة حاصل الإذابة له

(2.7×10^{-23})

---

(١٢) احسب قيمة حاصل الإذابة لكلوريد الفضة **(AgCl)** إذا كانت درجة ذوبانه هي 10^{-5} mol/L

(مصر ثان ٠٧)

(10^{-10})

(١٣) إذا كانت قيمة حاصل الإذابة (K_{sp}) لفلوريد الكالسيوم (CaF_2) هي 3.9×10^{-11} ، احسب كل من :

(أ) درجة ذوبان فلوريد الكالسيوم في الماء مقدرة بوحدة **mol/L**

(ب) تركيز أيونات الفلوريد (مصر ثان ١٠)

(جـ) درجة ذوبان فلوريد الكالسيوم في الماء مقدرة بوحدة **g/L**

(2.1×10^{-4} mol/L - 4.2×10^{-4} mol/L - 0.016 g/L)

(١٤) احسب قيمة حاصل الإذابة لملح فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ ، **علماً بأن :**

(أ) تركيز أيونات الكالسيوم 2×10^{-8} mol/L

(ب) تركيز أيونات الفوسفات 0.5×10^{-3} mol/L (السودان أول ١١ ، مصر أول ١١)

(2.1×10^{-4})

٥ كيف تميز عملياً :

١- حمض الخليك النقي وحمض الخليك المخفف. (مصر أول ٠٩)

٢- حمض الخليك النقي وحمض الهيدروكلوريك المركز.

٦ قارن بين كل من :

١- المحاليل الإلكتروليتية والمحاليل اللاإلكتروليتية.

٢- الإلكتروليتات القوية والإلكتروليتات الضعيفة.

٣- التأين التام والتأين الضعيف. (الأزهر أول ١١)

٤- الاتزان الكيميائي والاتزان الأيوني. (مصر أول ٠٦)

٥- التميؤ والتعادل (مصر أول ١٤)

٧ ما المقصود بكل من :

(١) المادة الإلكتروليتية.

(٢) التأين.

(٣) التأين التام. (السودان أول – ح – ١٤ ، مصر أول – ق – ١٥)

(٤) التأين الضعيف.

(٥) الحمض الضعيف.

(٦) الاتزان الأيوني. (مصر ثان ٠٨ ، مصر أول – ح – ١٤ ، مصر ثان – ق – ١٤)

(٧) درجة التفكك. (الأزهر ثان ١٤)

(٨) قانون استفالد. (مصر ثان ١٢ ، الأزهر ثان ١٣)

(٩) القاعدة الضعيفة.

(١٠) الحاصل الأيوني للماء. (السودان أول ١٣ ، السودان أول – ق – ١٥)

(١١) الأس الهيدروچيني. (السودان أول ١٣ ، الأزهر ثان ١٤)

(١٢) الأس الهيدروكسيلي.

(١٣) التميؤ.

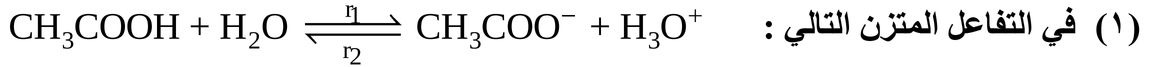
(١٤) المحلول المُشبع.

(١٥) درجة الإذابة.

(١٦) حاصل الإذابة. (مصر ثان ١٣ ، مصر ثان – ق – ١٤)

٨ أسئلة متنوعة :

(١) في التفاعل المتزن التالي :



$$CH_3COOH + H_2O \underset{r_2}{\overset{r_1}{\rightleftharpoons}} CH_3COO^- + H_3O^+$$

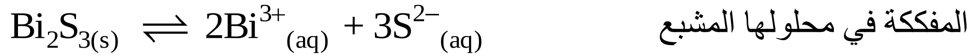
كيف تؤثر كل من التغيرات التالية على تركيز أيون الأسيتات مع التفسير ...... ؟ (مصر أول ١٠)

(أ) إضافة قطرات من حمض الهيدروكلوريك.

(ب) إضافة قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم.

---

(٢) توضح المعادلة الاتزان الديناميكي الحادث بين مادة صلبة شحيحة الذوبان في الماء وأيوناتها المفككة في محلولها المشبع

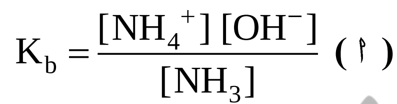


$$Bi_2S_{3(s)} \rightleftharpoons 2Bi^{3+}_{(aq)} + 3S^{2-}_{(aq)}$$

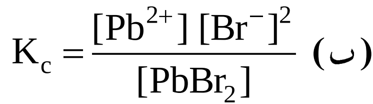
اكتب تعبيرا لحاصل الإذابة لمحلول مشبع من Bi_2S_3

---

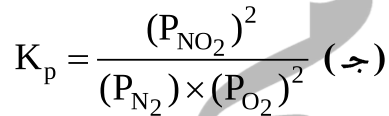
(٣) اكتب المعادلات الرمزية التي تعبر عن كل مما يأتي : (الأزهر أول ١٢)



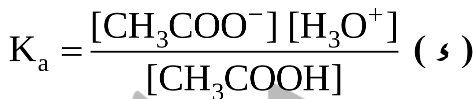
(أ) $K_b = \frac{[NH_4^+]\,[OH^-]}{[NH_3]}$



(ب) $K_c = \frac{[Pb^{2+}]\,[Br^-]^2}{[PbBr_2]}$



(جـ) $K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{(P_{N_2}) \times (P_{O_2})^2}$



(ى) $K_a = \frac{[CH_3COO^-]\,[H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$

---

(٤) اذكر دور واحد للعالم استفالد (مصر ثان ٠٨ ، مصر أول – ح – ١٥)

---

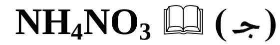
(٥) أي المواد الآتية تكون محاليلها حامضية أو قاعدية أو متعادلة ولماذا ؟



(أ) $FeCl_3$



(ب) $(NH_4)_2CO_3$



(جـ) NH_4NO_3



(ى) KCl (الأزهر أول ١٢)



(هـ) NH_4Cl (الأزهر أول ١٢)



(و) Na_2CO_3 (الأزهر أول ١٢)

---

(٦) ما المحاليل الحامضية والقاعدية والمتعادلة فيما يلي إذا كانت قيمة pH كما يلي :

(أ) **3.5** (ب) **7.0** (جـ) **4.0** (ى) **12.0**

---

(٧) اكتب معادلتي تميؤ ملحين أحدهما يكون له تأثير حمضي والآخر له تأثير قلوي على عباد الشمس

---

(٨) رتب المركبات التالية تبعاً لقيمة pH لمحاليلها المائية : (مصر أول ١٠)



$NaCl$ / CH_3COONa / NH_4Cl

---

(٩) أحضرت طالبة أنبوبتين ، وضعت في الأولى محلول كربونات الصوديوم وفي الثانية محلول كلوريد الأمونيوم وكشفت عن المحلولين بورقة عباد الشمس الزرقاء فوجدت أن الورقة تظل زرقاء في محلول الأنبوبة الأولى وتحمر في الثانية . فسر هذه النتيجة مع كتابة المعادلات. (مصر أول – ح – ١٤)

الباب الرابع الكيمياء الكهربية

الطاقة الكهربية

أهم أنواع صور الطاقة وأكثرها صداقة للبيئة.

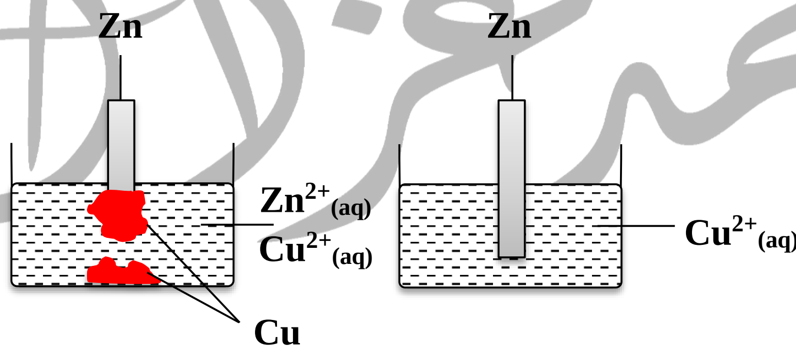
الكيمياء الكهربية

العلم الذي يهتم بدراسة التحول المتبادل بين الطاقة الكيميائية والطاقة الكهربية من خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال.

تفاعلات الأكسدة والاختزال

التفاعلات التي تنتقل فيها الإلكترونات من أحد المواد المتفاعلة إلى المادة الأخرى الداخلة معها في تفاعل كيميائي.

تجربة عملية تبين أحد تفاعلات الأكسدة والاختزال :



الخطوات :

* اغمس صفيحة من الخارصين في محلول كبريتات النحاس (الزرقاء اللون)

الملاحظة :

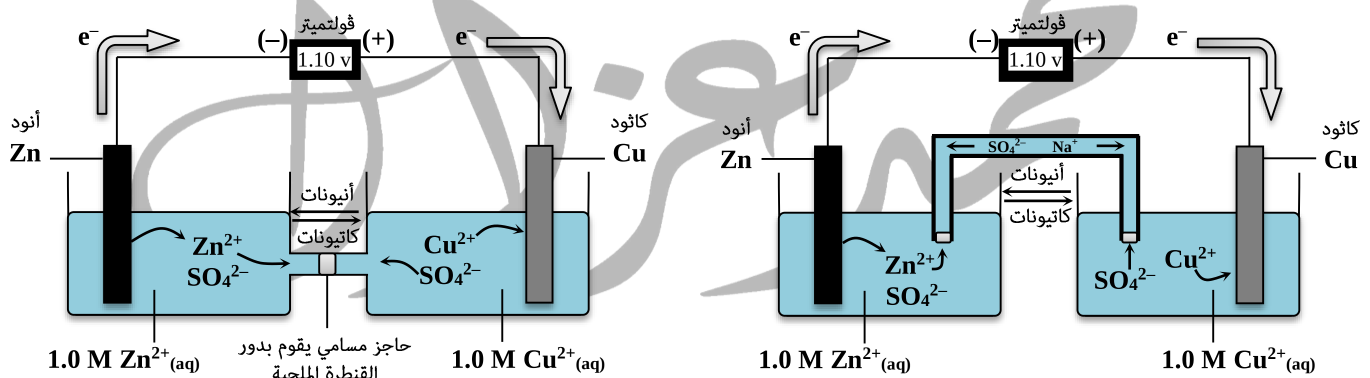
(١) النحاس بدأ يترسب على سطح صفيحة الخارصين.
(٢) الخارصين بدأ في الذوبان في المحلول.
(٣) إذا استمر ذلك لفترة طويلة فإن لون كبريتات النحاس قد يزول ويصبح عديم اللون ويزداد ذوبان الخارصين.

الاستنتاج : حدوث تفاعل أكسدة واختزال تلقائي.

	عمليـة الأكسـدة	عمليـة الاختـزال
التعريــف	عملية فقد الذرة أو الأيون لإلكترون أو أكثر ينتج عنها زيادة في الشحنة الموجبة أو نقص في الشحنة السالبة.	عملية اكتساب الذرة أو الأيون لإلكترون أو أكثر ينتج عنها زيادة في الشحنة السالبة أو نقص في الشحنة الموجبة.
وصف التفاعل	تفقد كل ذرة خارصين (Zn) إلكترونين وتتحول إلى أيون (Zn^{2+}) الذي يترك سطح صفيحة الخارصين ويذوب وينتشر في المحلول.	يكتسب كل أيون نحاس (Cu^{2+}) في المحلول إلكترونين (القادمين من نصف تفاعل الخارصين) ويتحول إلى فلز النحاس (Cu) الذي يترسب على سطح صفيحة الخارصين.
معادلة التفاعل	$Zn^{\circ}_{(s)} \xrightarrow{\text{Oxidation}} Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$	$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \xrightarrow{\text{Reduction}} Cu^{\circ}_{(s)}$
التفاعل الكلي	$Zn^{\circ}_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu^{\circ}_{(s)}$	

أولاً الخلايـا الجلفانيـة :

خليـة دانيـال (مثـال تطبيقـي للخلايـا الجلفانيـة) :



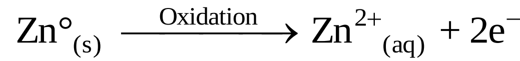
نصف خلية الخارصين	إناء من الزجاج يحتوي على لوح من فلز الخارصين **(قطب الخارصين)** ويُعرف بالمصعد أو الأنود (Anode) وهو القطب السالب في الخلية، مغمور في إلكتروليت من محلول أحد أملاحه مثل كبريتات الخارصين ($ZnSO_4$).
نصف خلية النحاس	إناء من الزجاج يحتوي على لوح من فلز النحاس **(قطب النحاس)** ويُعرف بالمهبط أو الكاثود (Cathode) وهو القطب الموجب في الخلية، مغمور في إلكتروليت من محلول أحد أملاحه مثل كبريتات النحاس ($CuSO_4$).
القنطرة الملحية	أنبوبة زجاجية على شكل حرف (U) تُملأ بمحلول إلكتروليتي (مثل : كبريتات الصوديوم Na_2SO_4) تقوم بالتوصيل بين محلولي نصفي الخلية الموجودين في الإنائين المنفصلين، بحيث لا تتفاعل أيوناته مع أيونات محاليل نصفي الخلية ولا مع مواد أقطاب الخلية الجلفانية.
سلك معدني	يقوم بالتوصيل بين قطبي الخلية.

التشغيل والتفاعلات :

عند توصيل قطبي الخلية بسلك معدني موصل يحدث مرور تيار كهربي.
ويمكن توضيح **تفاعلات الأكسدة والاختزال** الحادث في هذه الخلية فيما يلي :

① عند المصعد (الأنود) :

– يحدث تفاعل أكسدة لقطب الخارصين في نصف خلية الخارصين.



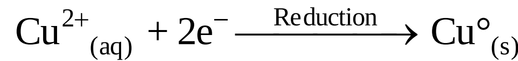
$$Zn^{\circ}_{(s)} \xrightarrow{\text{Oxidation}} Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$$

نتيجة لذلك :

– يتآكل ساق الخارصين ويذوب في المحلول.
– تزداد كاتيونات الخارصين في نصف خلية الخارصين نتيجة لعملية الأكسدة.
– تتحرك الإلكترونات عبر السلك الخارجي إلى نصف خلية النحاس.

② عند الكاثود (المهبط) :

– يحدث تفاعل اختزال لكاتيونات النحاس في نصف خلية النحاس.

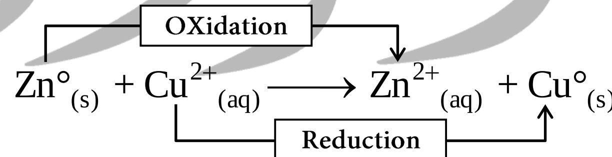


$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \xrightarrow{\text{Reduction}} Cu^{\circ}_{(s)}$$

نتيجة لذلك :

– تنضب أيونات النحاس بسبب ترسبها على هيئة ذرات نحاس (Cu°) في نصف خلية النحاس.
– تتجه أيونات الكبريتات إلى نصف خلية الخارصين عبر القنطرة الملحية أو عبر الحاجز المسامي (الذي يقوم بدور القنطرة الملحية).
– تتعادل الأيونات الموجبة والسالبة في محلولي نصفي الخلية.

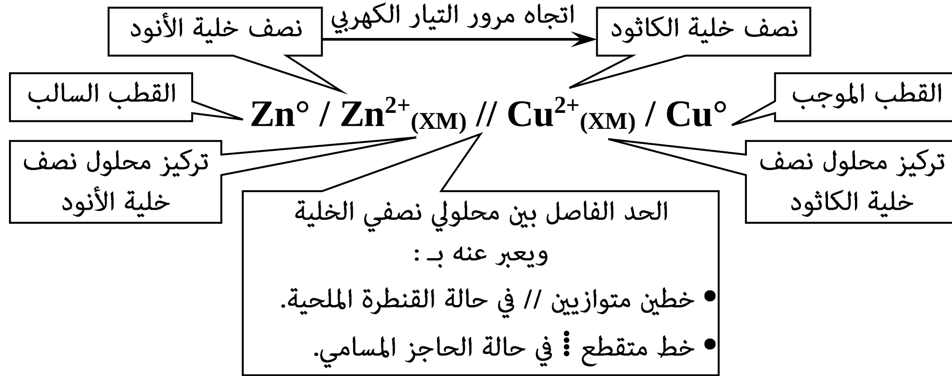
③ التفاعل الكلي الحادث :



$$Zn^{\circ}_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu^{\circ}_{(s)}$$

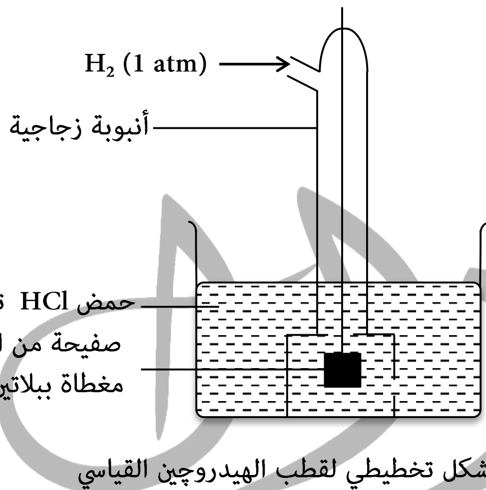
أسئلة هامة
(١) متى تتوقف خلية دانيال عن انتاج التيار الكهربي ؟ عندما يتآكل قطب الخارصين $Zn^{\circ}_{(s)}$ تماماً أو عندما تنضب أيونات النحاس تماماً $Cu^{2+}_{(aq)}$
(٢) ما أهمية القنطرة الملحية ؟ ① تقوم بالتوصيل بين محلولي نصفي الخلية بطريقة غير مُباشرة. ② تقوم بمعادلة الأيونات الموجبة والسالبة الزائدة التي تتكون في محلولي نصفي الخلية نتيجة تفاعلات الأكسدة والاختزال في نصف خلية الخارصين ونصف خلية النحاس على التوالي.
(٣) ماذا يحدث في حالة غياب القنطرة الملحية ؟ يؤدي إلى توقف تفاعل الأكسدة والاختزال وبالتالي يتوقف مرور التيار الكهربي في السلك الخارجي الموصل بين نصفي الخلية.

الرمــز الاصطلاحي :



قياس جهود الأقطاب Electrode Potentials

قطب الهيدروجين القياسي (SHE)



شكل تخطيطي لقطب الهيدروچين القياسي

فكرة العمل :

لا توجد طريقة مؤكدة ومباشرة لقياس الفرق المُطلق في الجهد الكهربي بين قطب فلز ومحلول أيوناته في الخلية الجلفانية.

في حين أن الفرق بين جهدي قطبي الخلية الجلفانية يمكن قياسه بسهوله وذلك عن طريق تكوين خلية جلفانية من قطبين أحدهما القطب المراد قياس جهده والآخر قطب قياسي ذو جهد ثابت ومعلوم ثم قياس القوة الدافعة الكهربية للخلية (جهد الخلية) ومنها يمكن حساب جهد القطب غير المعلوم.

الاستخـدام :

يستخدم قطب الهيدروچين القياسي كقطب قياسي يمكن أن تقاس جهود أقطاب العناصر الأخرى غير المعلوم بمعلومية جهده الذي يساوي **Zero**

التركيــب :

صفيحة من البلاتين **($1cm^2$)** مغطاه بطبقة اسفنجية من البلاتين الأسود يمرر عليها تيار من غاز الهيدروچين تحت ضغط ثابت **(واحد ضغط جوي)** ومغمورة في محلول واحد مولاري **(1M)** من أي حمض قوي.

الرمــز الاصطلاحــي : $Pt.H_2(1atm)/2H^+(1mol/L)$

---

(١) متى يساوي قطب الهيدروچين القياسي Zero ؟

عندمــا يكــون : ① ضغط غاز الهيدروچين (H_2) يساوي 1atm

② تركيز الحمض القوي المُستخدم (1 mol/L)

(٢) متى لا تساوي قيمة جهد قطب الهيدروجين القياسي Zero ؟

يتغير جهد قطب الهيدروچين القياسي بتغير تركيز (H^+) في المحلول أو بتغير الضغط الجزئي لغاز الهيدروچين المُستخدم أو كلاهما.

سلسلة الجهود الكهربية للعناصر

تمكن العلماء من قياس الجهود القطبية القياسية ($E°$) لأنصاف الخلايا لجميع العناصر الفلزية واللافلزية مقاسة بالنسبة لجهد قطب الهيدروجين القياسي.

سلسلة الجهود الكهربية

✧ ترتيب العناصر تنازلياً بالنسبة لجهود الاختزال السالبة.
✧ ترتيب العناصر تصاعديا بالنسبة لجهود الاختزال الموجبة.
✧ ترتيب العناصر ترتيباً تصاعدياً بالنسبة لجهود الاختزال القياسية.
✧ ترتيب العناصر ترتيباً تنازلياً حسب جهود الأكسدة القياسية.

بحيث تكون أكبر القيم السالبة لجهود الاختزال في أعلى السلسلة، وأكبر القيم الموجبة لجهود الاختزال في أسفلها.

جهد الاختزال القياسي	جهد التأكسد القياسي			
– 3	+ 3	A	عناصر تسبق الهيدروجين	أنود (مصعد) أكسدة (عامل مختزل) أكثر نشاطاً
– 2	+ 2	B		
– 1	+ 1	C		
Zero	Zero	H	الهيدروجين	
+ 1	– 1	X	عناصر تلي الهيدروجين	كاثود (مهبط) اختزال (عامل مؤكسد) أقل نشاطاً
+ 2	– 2	Y		
+ 3	– 3	Z		

من الشكل التوضيحي السابق .. **يمكن ملاحظة ما يلي** :

✻ العناصر التي تقع عند قمة السلسلة **لها الصفات التالية :**
– ذات جهود اختزال أكثر سالبية (أقل إيجابية).
– ذات جهود أكسدة أكثر إيجابية (أقل سالبية).
– **أكثر نشاطاً**.
– **عوامل مختزلة قوية** (تتأكسد بسهولة) ... **علل ؟** لأنها تفقد إلكتروناتها بسهولة عندما تدخل في تفاعل مع أيونات أي عنصر يحتل مكانة أدنى في سلسلة الجهود الكهربية.
– **تعمل كأنود (مصعد)** في الخلايا الجلفانية.

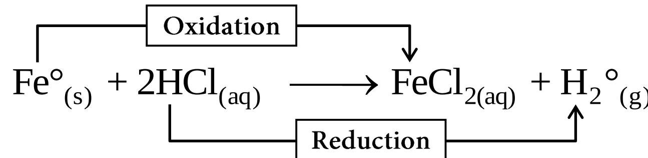
✻ العناصر التي تقع عند النهاية **السفلى** للسلسلة لها الصفات التالية :
– ذات جهود اختزال أكثر إيجابية (أقل سالبية).
– ذات جهود أكسدة أكثر سالبية (أقل إيجابية).
– **أقل نشاطاً**.
– **الصورة المتأكسدة لها عوامل مؤكسدة قوية** (تُختزل بسهولة) ... **علل ؟** لأنها ذات قدرة أكبر على اكتساب إلكترونات عندما تدخل في تفاعل مع أي عنصر يحتل مكانة أعلى في سلسلة الجهود الكهربية.
– **تعمل ككاثود (مهبط)** في الخلايا الجلفانية.

الصورة المتأكسدة للعناصر : هي الصورة التي تكون فيها الفلزات على هيئة أيونات وتكون اللافلزات في صورتها العنصرية مثل جزيئات غاز الفلور (F_2)

✻ العناصر المتقدمة في السلسلة تحل محل العناصر التي تليها في محاليل أملاحها، وكلما زاد البعد في الترتيب بين عنصرين كلما زادت قدرة العنصر المتقدم (ذو جهد الاختزال الأكثر سالبية أو الأقل إيجابية) على طرد العنصر المتأخر (ذو جهد الاختزال الأقل سالبية أو الأكثر إيجابية) من مركباته.

✻ جميع العناصر التي تقع فوق الهيدروچين في سلسلة الجهود الكهربية تحل محل أيونات الهيدروچين في المحاليل الحمضية (أي يتصاعد غاز الهيدروچين).

<u>مثـــال</u> : تفاعل عنصر الحديد مع حمض الهيدروكلوريك

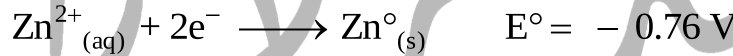


✻ كلما زادت القيمة السالبة لجهد الاختزال (أو زادت القيمة الموجبة لجهد الأكسدة) زاد الميل نحو الإحلال محل الهيدروچين.

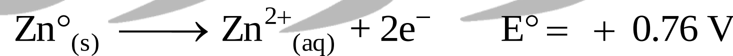
✻ العناصر ذات جهود الاختزال الموجبة (أو ذات جهود الأكسدة السالبة) – أي التي تقع تحت الهيدروچين في سلسلة الجهود الكهربية – لا يمكن أن تحل محل أيونات الهيدروچين في محاليله.

✻ الجهد القياسي لنصف خلية أي عنصر يأخذ إشارة سالبة أو موجبة.

– فإذا كان التفاعل في نصف خلية الخارصين مثلاً عبارة عن عملية اختزال فإن الجهد هنا يعرف بجهد الاختزال القياسي (E°) وجهد الاختزال لنصف خلية الخارصين (E°) بالنسبة لجهد الهيدروچين القياسي (0.76V –) ويعبر عنه بالتفاعل التالي :

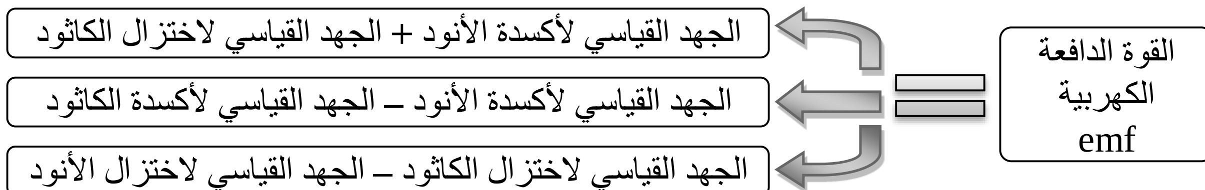


– ولكن جهد التأكسد لهذا العنصر يكون ذو إشارة مخالفة حيث يمثل هنا عملية أكسدة.



حساب القوة الدافعة الكهربية emf (جهد الخلية E_{cell}) للخلايا الجلفانية :

يمكن حساب القوة الدفعة الكهربية للخلية الجلفانية، بإحدى العلاقات التالية :



ويلاحظ أن :

✧ نصف الخلية التي يكون جهد تأكسدها القياسي هو الأكبر ، تمثل نصف خلية الأنود.

✧ نصف الخلية التي يكون جهد اختزالها القياسي هو الأكبر ، تمثل نصف خلية الكاثود.

✧ إذا كانت قيمة emf للخلية (E_{cell}) : ① بإشارة **موجبة** فهذا معناه أنها خلية **جلفانية**.
② بإشارة **سالبة** فهذا معناه أنها خلية **تحليلية**.

مثـال (1)

(A) ، (B) فلزان جهد أكسدة الأول **(1.4V) ، وجهد اختزال الثاني (0.6V)** على الترتيب، وكان الأول ثنائي التكافؤ، والثاني أحادي التكافؤ، احسب القوة الدافعة الكهربية لهذه الخلية، وهل يصدر عنها تيار كهربي أم لا ؟ ولماذا ؟ وما هو الرمز الاصطلاحي للخلية التي يمكن أن تتكون منها ؟

الحل

جهد تأكسد **(A) = 1.4V** ⬅ أعلى في جهد الأكسدة ⬅ **أنود (مصعد)**

جهد تأكسد **(B) = – 0.6 V** ⬅ أقل في جهد الأكسدة ⬅ **كاثود (مهبط)**

القوة الدافعة الكهربية (emf) = جهد أكسدة الأنود **(A)** – جهد أكسدة الكاثود **(B)**

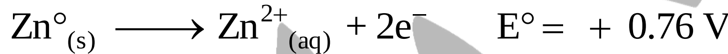
emf = 1.4 – (–0.6) = +2V

ويصدر عن هذه الخلية تيار كهربي، لأن قيمة (emf) **موجبة** فيكون التفاعل **تلقائي** (الخلية جلفانية)

الرمـز الاصطلاحـي : $A / A^{2+} // 2B^{+} / 2B$

مثـال (2)

في خلية دانيال يحدث التفاعلات التالية :



$Zn^{\circ}_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \qquad E^{\circ} = +0.76\ V$



$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Cu^{\circ}_{(s)} \qquad E^{\circ} = +0.34\ V$

احسب قيمة القوة الدافعة الكهربية (emf) للخلية ، واكتب الرمز الاصطلاحي للخلية.

الحل

يتضح من تفاعلات الأكسدة والاختزال حدوث عملية أكسدة للخارصين (أنود) واختزال للنحاس (كاثود)

القوة الدافعة الكهربية (emf) = جهد أكسدة الأنود **(الخارصين)** + جهد اختزال الكاثود **(النحاس)**

emf = 0.76 + 0.34 = +1.1V

الرمـز الاصطلاحـي : $Zn / Zn^{2+} // Cu^{2+} / Cu$

مثـال (3)

خلية جلفانية مكونة من قطب Sn^{2+}/Sn وقطب Ag^{+}/Ag

إذا علمت أن جهد الاختزال القياسي لكل من القصدير والفضة على التوالي **(– 0.14 V) ، (0.8 V)**

(١) احسب **(emf) لها وحدد اتجاه انتقال التيار الكهربي.** **(٢)** اكتب الرمز الاصطلاحي.

الحل

جهد اختزال القصدير **(Sn) = – 0.14 V** ⬅ أقـــل في جهد الاختزال ⬅ **أنود (مصعد)**

جهد اختزال الفضـــة **(Ag) = +0.8 V** ⬅ أعلى في جهد الاختزال ⬅ **كاثود (مهبط)**

القوة الدافعة الكهربية (emf) = جهد اختزال الكاثود – جهد اختزال الأنود

emf = 0.8 – (–0.14V) = +0.94V

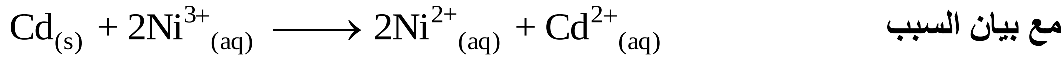
اتجاه انتقال التيار الكهربي من القصدير (الأعلى جهد أكسدة) إلى الفضة (الأقل جهد أكسدة)

الرمـز الاصطلاحـي : $Sn / Sn^{2+} // 2Ag^{+} / 2Ag$

مثـال (4)

هل التفاعل التالي يمثل عملية التفريغ أم الشحن في خلية النيكل – كادميوم القلوية ؟

مع بيان السبب



$$Cd_{(s)} + 2Ni^{3+}_{(aq)} \longrightarrow 2Ni^{2+}_{(aq)} + Cd^{2+}_{(aq)}$$

علماً بأن :



$$Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Cd_{(s)} \qquad E^{\circ} = -\ 0.4\ V$$



$$2Ni^{3+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow 2Ni^{2+}_{(aq)} \qquad E^{\circ} = +\ 0.9\ V$$

الحل

يتضح من التفاعل الكلي حدوث عملية أكسدة للكادميوم (أنود) واختزال للنيكل (كاثود)

جهد أكسدة الكادميوم = **+ 0.4V** جهد أكسدة النيكل = **– 0.9V**

∴ جهد الخلية (E_{cell}) = جهد أكسدة الكادميوم (الأنود) – جهد أكسدة النيكل (الكاثود)

emf = 0.4 – (–0.9V) = +1.3V

∵ جهد الخلية (E_{cell}) بإشارة **موجبة**. ∴ هذا التفاعل يمثل تفاعل خلية جلفانية أي تفاعل **تفريغ**.

الخلايا الجلفانية وإنتاج الطاقة الكهربائية

تنقسم الخلايا الجلفانية تبعاً لطبيعة عملها لإنتاج الطاقة الكهربائية إلى :

① خلايا أولية Primary cells ② خلايا ثانوية Secondary cells

وجميعها أنظمة تنتج الطاقة الكهربية من خلال ما يحدث فيها من أكسدة واختزال تلقائي.

أولاً الخلايا الأولية :

الخلايا الأولية

أنظمة تختزن الطاقة في صورة طاقة كيميائية والتي يمكن تحويلها عند اللزوم إلى طاقة كهربائية وذلك من خلال تفاعل أكسدة – اختزال تلقائي غير انعكاسي.

متى تتوقف الخلايا الأولية عن العمل ؟

عندما تستهلك مادة المصعد أو تنضب أيونات نصف خلية المهبط.

مميزات الخلايا الأولية :

① تحقق جهداً ثابتاً لمدة أطول أثناء تشغيلها.

② إمكانية تصنيعها في أحجام أصغر.

③ **توجد في صورة جافة وليست سائلة ... علل ؟**

لكي يسهل استخدامها وخصوصاً في الأجهزة المتنقلة.

تسمى الخلايا الأولية بالبطاريات الجافة ... علل ؟

لاستخدامها وخصوصاً في الأجهزة المتنقلة في صورة جافة وليست سائلة.

عيوب الخلايا الأولية :

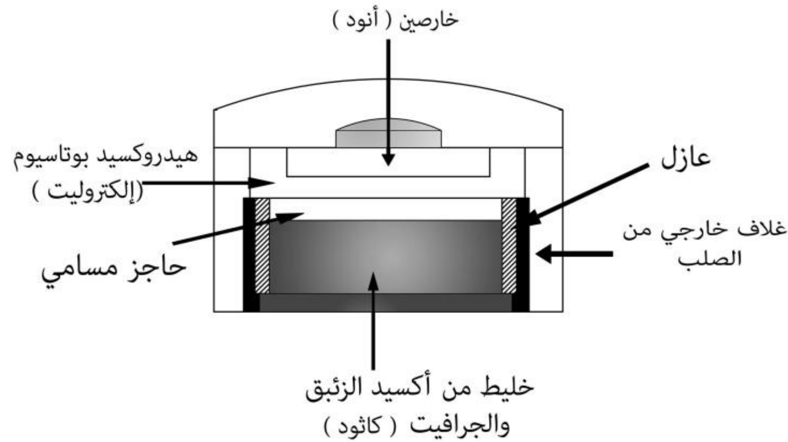
الخلايا الأولية خلايا غير إنعكاسية ... علل ؟

حيث أنه لا يسهل (عملياً أو اقتصادياً) بل ربما يصبح من المُستحيل إعادة شحنها بغرض إعادة مكوناتها إلى الحالة الأصلية.

وسوف نعرض نموذجين للخلايا الأولية :

① خلية الزئبق Mercury cell ② خلية الوقود Fuel cell

(1) خليــة الزئبــق :



المكونـات :

① **أنود (مصعد) :** قطب سالب من الخارصين

② **كاثود (موجب) :** قطب موجب من أكسيد الزئبق.

③ **إلكتروليت :** من هيدروكسيد البوتاسيوم.

الشكــل : تُصنع في شكل اسطواني أو على هيئة قرص، ومغلقة بإحكام بغلاف خارجي من الصلب.

الاستخــدام :

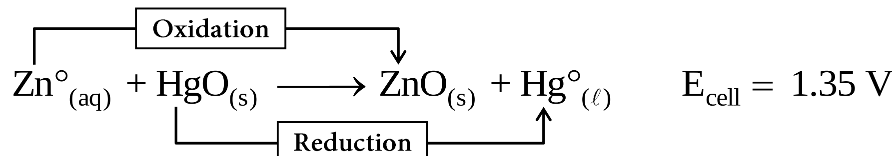
تستخدم خلية الزئبق في سماعات الأذن والساعات والآلات الخاصة بالتصوير ... **علل ؟** لصغر حجمها.

القوة الدافعة الكهربية : $E_{cell} = 1.35V$

المميزات : صغيرة الحجم.

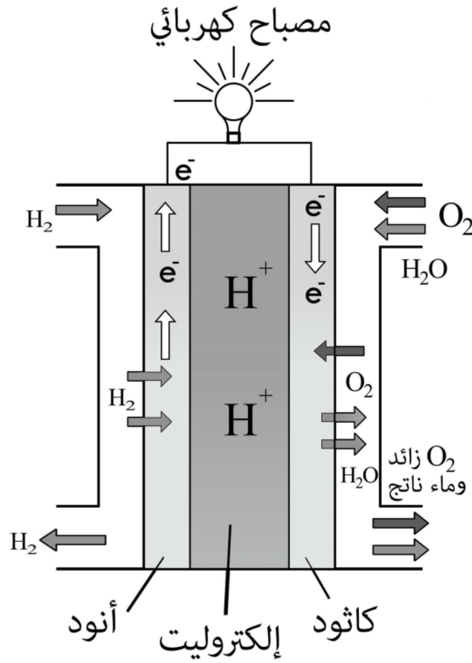
العيوب : يلزم التخلص من خلية الزئبق بطريقة آمنة ... علل ؟ لأنها تحتوي على الزئبق وهو مادة سامة

التفاعـل الكلـي :

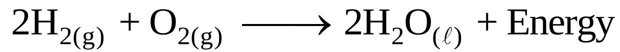


$$Zn^{\circ}_{(aq)} + HgO_{(s)} \longrightarrow ZnO_{(s)} + Hg^{\circ}_{(\ell)} \qquad E_{cell} = 1.35\ V$$

(٢) خليــة الوقــود :



✧ من المعروف أن الهيدروچين يحترق في الهواء بعنف وينتج عن عملية الاحتراق ضوء وحرارة.



$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(\ell)} + \text{Energy}$$

✧ تمكن العلماء من إجراء هذا التفاعل تحت ظروف يتم التحكم فيها داخل ما يعرف بخلية الوقود.

التركيب :

تتركب خلية الوقود من قطبين كل منهما على هيئة وعاء مجوف مبطن بطبقة من الكربون المسامي ... **علل ؟**

لأنهـا تسـمح بالاتصـال بـين الحجـرة الداخليـة والمحلـول الإلكتروليتـي الموجـود بهـا وهـو غالبـاً محلـول هيدروكسـيد البوتاسيوم المائي.

التفاعلات الحادثة في الخلية :



تفاعل الأكسدة : $2H_{2(g)} + 4OH^-_{(aq)} \longrightarrow 4H_2O_{(\ell)} + 4e^- \quad E°(\text{Oxidation}) = 0.83V$



تفاعل الاختزال : $O_{2(g)} + 2H_2O_{(\ell)} + 4e^- \longrightarrow 4OH^-_{(aq)} \quad E°(\text{Reduction}) = 0.4V$



التفاعل الكلي الحادث : $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(\ell)} \quad E_{cell} = 1.23V$

القوة الدافعة الكهربية (جهد الخلية) E_{cell} = 1.23V

المميزات :

(١) خلية الوقود لا تستهلك كباقي الخلايا الجلفانية ... **علل ؟** لأنها تزود بالوقود من مصدر خارجي.

(٢) تلعب خلية الوقود دوراً بالغ الأهمية بالنسبة لمركبات الفضاء ... **علل ؟**

بسبب: ① الوقود الغازي من الهيدروچين والأكسچين المُستخدم في إطلاق الصواريخ هو نفسه الوقود المُستخدم في هذه الخلايا.

② تعمل خلية الوقود عند درجة حرارة عالية فيتبخر الماء الناتج عنها ويمكن إعادة تكثيفه للاستفادة منه كمياه للشرب لرواد الفضاء.

العيوب :

خلايا الوقود لا تختزن الطاقة بعكس البطاريات الأخرى ... **علل ؟**

لأن عملها يتطلب إمدادها المُستمر بالوقود وإزالة مُستمرة للنواتج.

ثانياً الخلايا الثانوية :

الخلايا الثانوية

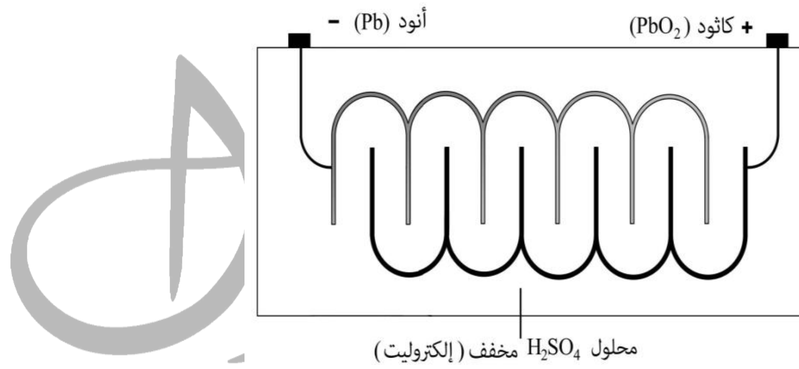
خلايا جلفانية تتميز بأن تفاعلاتها الكيميائية تفاعلات إنعكاسية، وتختزن الطاقة الكهربية على هيئة طاقة كيميائية والتي يمكن تحويلها مرة أخرى إلى طاقة كهربية عند اللزوم.

كيف يمكن إعادة شحن الخلايا الثانوية ؟
بإمرار تيار كهربي من مصدر خارجي بين قطبيها في اتجاه عكس عملية تفريغها.

وسوف نعرض نموذجين للخلايا الثانوية :

(1) بطارية الرصاص الحامضية Lead – Acid battery
(2) بطارية أيون الليثيوم Lithium ion battery

(أ) بطارية الرصاص الحامضية (بطارية السيارات) Lead – Acid battery :



تعرف بطارية الرصاص الحامضية باسم بطارية السيارات ... **علل ؟**
لأنه تم تطوير هذا النوع من البطاريات وأصبح أنسب أنواع البطاريات المُستخدمة في السيارات.

المكونات :

(١) **<u>أنود (مصعد)</u> :** شبكة من الرصاص مملوءة برصاص إسفنجي **(Pb)**
(٢) **<u>مهبط (كاثود)</u> :** شبكة من الرصاص مملوءة بعجينة من ثاني أكسيد الرصاص **(PbO_2)**
(٣) **<u>إلكتروليت</u> :** من محلول حمض الكبريتيك المخفف **(H_2SO_4)**

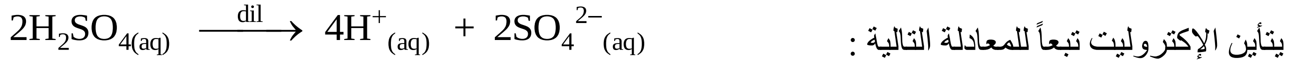
* تفصل ألواح الأنود والكاثود بصفائح عازلة.

– توضع المكونات في وعاء مصنوع من المطاط الصلب أو البلاستيك (بولي ستيرين) ... **علل ؟**
لأنه لا يتأثر بالأحماض.

– تعمل البطارية كخلية جلفانية أثناء تشغيلها (تفريغها) واستهلاك طاقتها ، وتعمل كخلية إلكتروليتية عند إعادة شحنها.

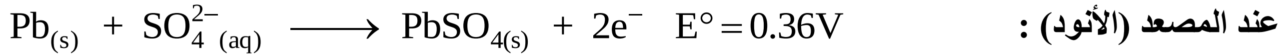
(أ) تفاعــلات التفريــغ Discharge :

يتأين الإلكتروليت تبعاً للمعادلة التالية :



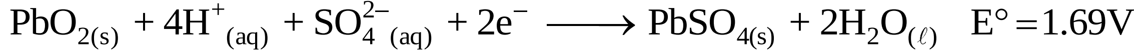
$$2H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{dil} 4H^+_{(aq)} + 2SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

عند المصعد (الأنود) :



$$Pb_{(s)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} \longrightarrow PbSO_{4(s)} + 2e^- \quad E^\circ = 0.36V$$

عند المهبط (الكاثود) :



$$PbO_{2(s)} + 4H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(\ell)} \quad E^\circ = 1.69V$$

التفاعل الكلي : تعمل الخلية هنا كخلية جلفانية وعند التفريغ تكون معادلة التفاعل الكلي للبطارية :



$$Pb_{(s)} + PbO_{2(s)} + 4H^+_{(aq)} + 2SO_4^{2-}{}_{(aq)} \xrightarrow{discharge} 2PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(\ell)} \quad E_{cell} = 2.05V$$

$\mathbf{E_{cell}} = 0.36 + 1.69 = 2.05\mathbf{V}$

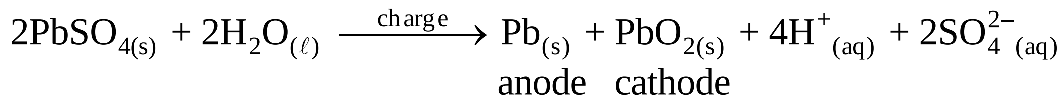
emf $= 6 \times 2.05 = 12.3 \approx 12\mathbf{V}$

س : كيف يمكنك التعرف على أن البطارية مشحونة أو غير مشحونة ؟
يتم التعرف على حالة البطارية بقياس كثافة محلول الحمض بواسطة **الهيدروميتر** (مقياس كثافة السوائل) ، حينما تكون البطارية كاملة الشحن تكون كثافة الحمض فيها تساوي $1.28 : 1.3\ g/cm^3$ وإذا قلت كثافة الحمض إلى أقل من $1.2\ g/cm^3$ فهذا يعني حاجة البطارية إلى إعادة الشحن وزيادة تركيز الحمض.

(ب) تفاعــل الشحــن charging :

استخدام البطارية لمدة طويلة يؤدي إلى نقص كمية التيار الكهربي الناتج منها وحاجتها إلى إعادة شحنها ...
علل ؟ لخفض تركيز حمض الكبريتيك بسبب زيادة كمية الماء الناتج عن عملية التفريغ وتحول مواد الكاثود (PbO_2) والأنود (Pb) إلى كبريتات رصاص II ($PbSO_4$)

س : كيف تتم عملية شحن بطارية السيارة ؟
يتم ذلك بتوصيل قطبي البطارية بمصدر للتيار الكهربي المُستمر له جهد أكبر قليلاً من الجهد الذي ينتج من البطارية مما يؤدي إلى حدوث تفاعل عكس التفاعل التلقائي الذي حدث أثناء تفريغ الشحنة ويؤدي هذا إلى تحول كبريتات الرصاص II إلى رصاص عند المصعد (الأنود) وثاني أكسيد الرصاص عند المهبط (الكاثود) ، كما يعيد تركيز الحمض إلى ما كان عليه.



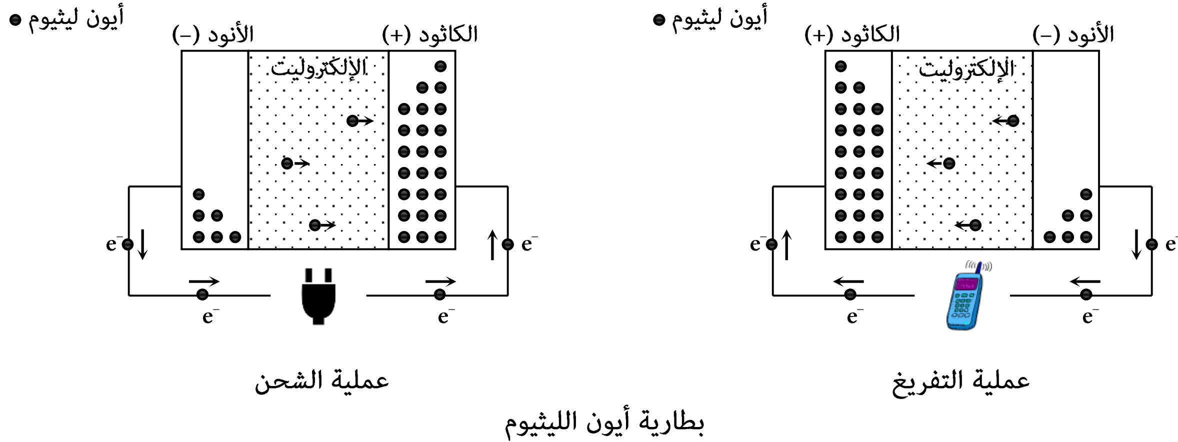
$$2PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(\ell)} \xrightarrow{charge} \underset{anode}{Pb_{(s)}} + \underset{cathode}{PbO_{2(s)}} + 4H^+_{(aq)} + 2SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

- تعتبر الخلايا الثانوية (المراكم) بطارية لتخزين الطاقة ... **علل ؟**

لأن البطارية تعمل أثناء الشحن كخلية إلكتروليتية، حيث يتم فيها إحداث تفاعل كيميائي غير تلقائي بواسطة مرور تيار كهربي، وهذا يعني تخزين الطاقة الكهربية الواردة من المصدر الخارجي في شكل طاقة كيميائية.

- للدينامو أهمية في السيارات ... **علل؟** لاستخدامه بصورة مستمر في إعادة شحن البطارية أول بأول.

(٢) بطارية أيون الليثيوم Lithium ion battery :



بطارية أيون الليثيوم

تعتبر بطارية أيون الليثيوم الجافة من الخلايا الثانوية ... **علل؟** لأنه يمكن إعادة شحنها

الاستخدام :

(١) أجهزة التليفون المحمول. **(٢)** أجهزة الكمبيوتر المحمول.

(٣) في بعض السيارات الحديثة كبديل لبطارية مركم الرصاص ... **علل ؟**

لخفة وزنها وقدرتها على تخزين كميات كبيرة من الطاقة بالنسبة لحجمها.

التركيب :

* استخدام الليثيوم في تركيب بطارية أيون الليثيوم ... **علل ؟**

لسببين أساسيين هما : ① الليثيوم أخف فلز معروف.

② جهد اختزاله القياسي هو الأصغر بالنسبة لباقي الفلزات الأخرى (3.04V –)

* يحتوي الغلاف المعدني للبطارية على ثلاثة رقائق ملفوفة بشكل حلزوني وهي :

① **الإلكترود الموجب (الكاثود) :** ويتكن من أكسيد الليثيوم كوبلت ($LiCoO_2$)

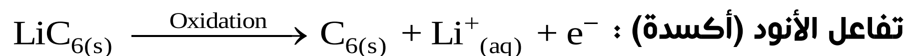
② **الإلكترود السالب (الأنود) :** ويتكون من جرافيت الليثيوم (LiC_6)

③ **العازل :** وهو مكون من شريحة رقيقة جداً من البلاستيك تعمل على عزل الإلكترود الموجب عن الإلكترود السالب، بينما تسمح الأيونات بالمرور من خلاله.

تغمر الرقائق الثلاثة في إلكتروليت لا مائي من سداسي فلوروفوسفيد الليثيوم ($LiPF_6$)

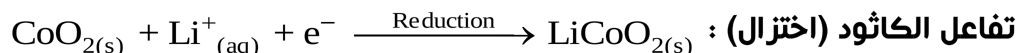
تحدث التفاعلات التالية عند تشغيل البطارية :

تفاعل الأنود (أكسدة) :



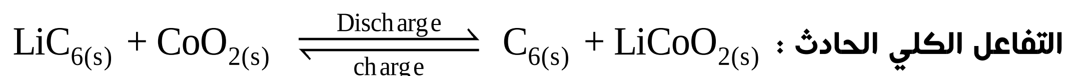
$$LiC_{6(s)} \xrightarrow{\text{Oxidation}} C_{6(s)} + Li^+_{(aq)} + e^-$$

تفاعل الكاثود (اختزال) :



$$CoO_{2(s)} + Li^+_{(aq)} + e^- \xrightarrow{\text{Reduction}} LiCoO_{2(s)}$$

التفاعل الكلي الحادث :



$$LiC_{6(s)} + CoO_{2(s)} \underset{\text{charge}}{\overset{\text{Discharge}}{\rightleftharpoons}} C_{6(s)} + LiCoO_{2(s)}$$

القوة الدافعة الكهربية للخلية : $E_{cell} = 3V$

تآكل المعادن

الاهتمام بظاهرة تآكل المعادن ومحاولة التغلب عليها ... علل ؟

لأن تآكل المعادن تسبب في خسائر اقتصادية فادحة أدت إلى تدهور المنشآت المعدنية وخاصة الحديدية منها حيث يقدر الحديد المفقود نتيجة للتآكل بحوالي ربع إنتاج العالم منه سنوياً.

الصدأ

عملية تآكل كيميائي للفلزات بفعل الوسط المُحيط.

ميكانيكية التآكل :

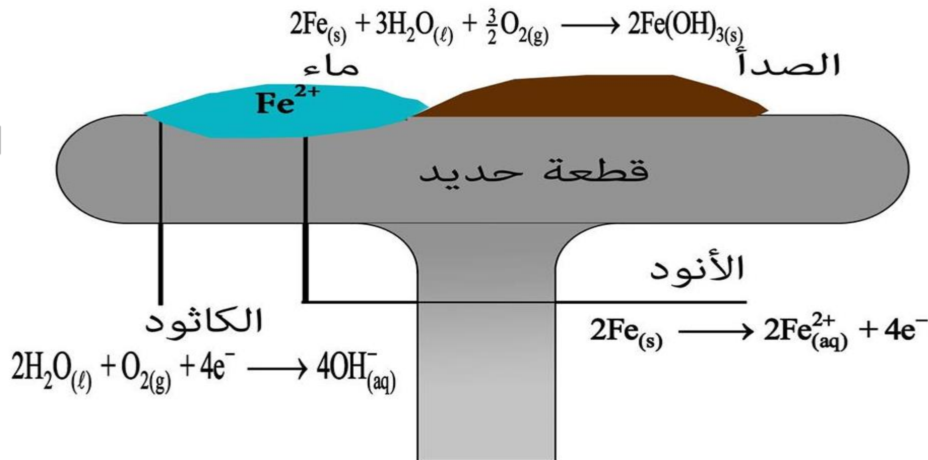
✧ في معظم الحالات يكون تآكل الفلزات النقية صعباً ، حتى الحديد لا يصدأ بسهولة إذا كان نقياً جداً.

ويأتي السؤال هنا ..

س : ما هو سبب تآكل المعادن وخاصة الصلب ؟

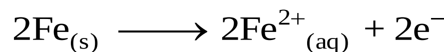
معظم المعادن الصناعية تحتوي دائماً على شوائب مختلفة تنشط عملية التآكل أي أن ملامسة فلز أقل نشاطاً لفلز أكثر نشاطاً تسبب زيادة تآكل الفلز الأنشط في هذا الوسط وعلى ذلك يمكن أن نستنتج أن تآكل الفلزات يحدث عن طريق تكون خلايا جلفانية يكون أنودها الفلز المتآكل أما الكاثود فيكون الفلز الأقل نشاطاً أو الكربون الموجود في صورة شوائب في الصلب.

تفسير ميكانيكية تآكل الحديد والصلب :



✲ عند تعرض قطعة حديد للتشقق أو الكسر فإنها تكون خلية جلفانية مع الماء المذاب فيه بعض الأيونات والذي يقوم بدور المحلول الإلكتروليتي ويكون الأنود هو قطعة الحديد.

✲ يتأكسد الحديد إلى أيونات الحديد II في المحلول تبعاً للمعادلة :

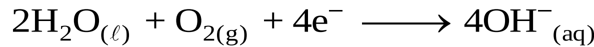


$$2Fe_{(s)} \longrightarrow 2Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

✲ تصبح أيونات (Fe^{2+}) جزء من المحلول الإلكتروليتي.

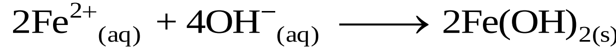
✲ تنتقل الإلكترونات خلال قطعة الحديد (الأنود) إلى الكاثود (شوائب الكربون الموجودة في الحديد) "لاحظ أن قطعة الحديد تقود بدور كل من الأنود والدائرة الخارجية".

✲ يتم عند الكاثود اختزال أكسجين الهواء إلى مجموعة الهيدروكسيد (OH^-)



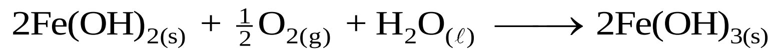
$$2H_2O_{(\ell)} + O_{2(g)} + 4e^- \longrightarrow 4OH^-_{(aq)}$$

✲ تتحد أيونات الحديد (Fe^{2+}) مع أيونات الهيدروكسيد (OH^-) مكونة هيدروكسيد حديد II



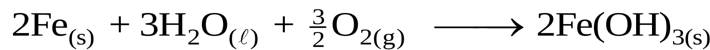
$$2Fe^{2+}_{(aq)} + 4OH^-_{(aq)} \longrightarrow 2Fe(OH)_{2(s)}$$

✲ يتأكسد هيدروكسيد الحديد II بواسطة الأكسجين الذائب في الماء إلى هيدروكسيد حديد III



$$2Fe(OH)_{2(s)} + \tfrac{1}{2}O_{2(g)} + H_2O_{(\ell)} \longrightarrow 2Fe(OH)_{3(s)}$$

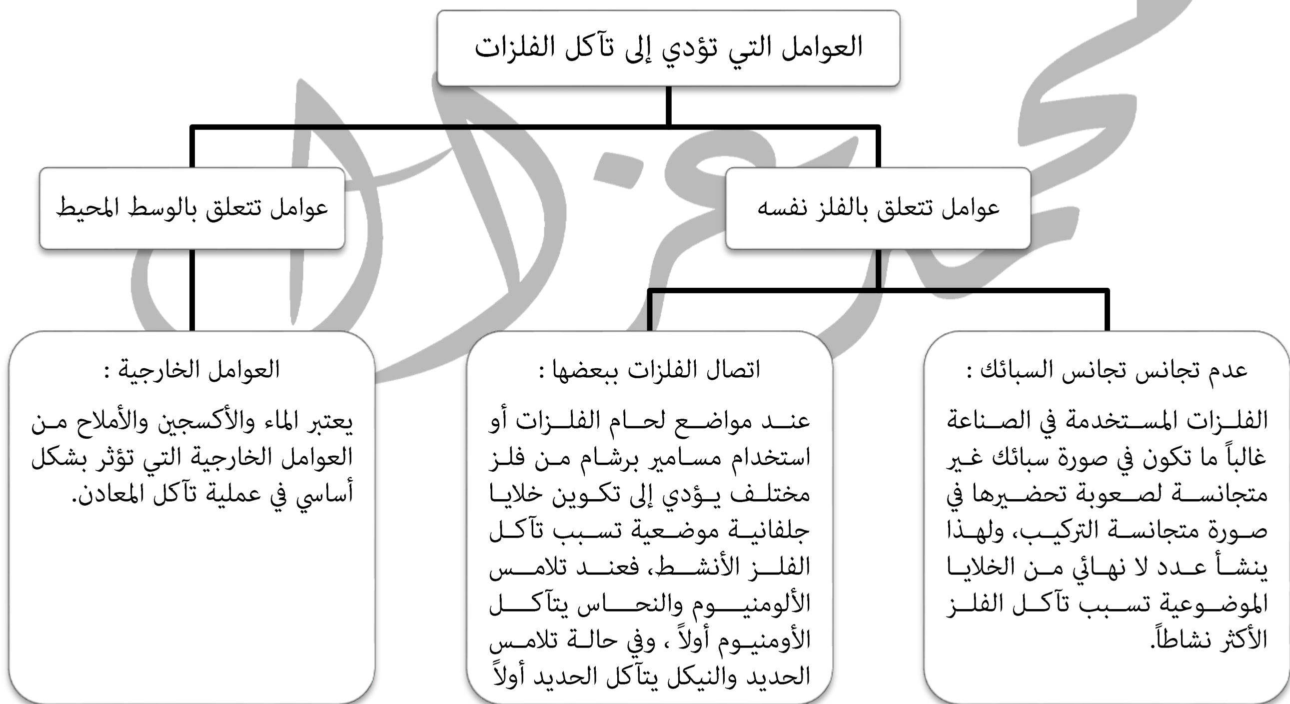
✲ بجمع المعادلات السابقة تنتج المعادلة الكلية لتفاعل تآكل الحديد.



$$2Fe_{(s)} + 3H_2O_{(\ell)} + \tfrac{3}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 2Fe(OH)_{3(s)}$$

الصدأ عملية بطيئة ... علل ؟ لأن الماء يحتوي على كميات محدودة من الأيونات.

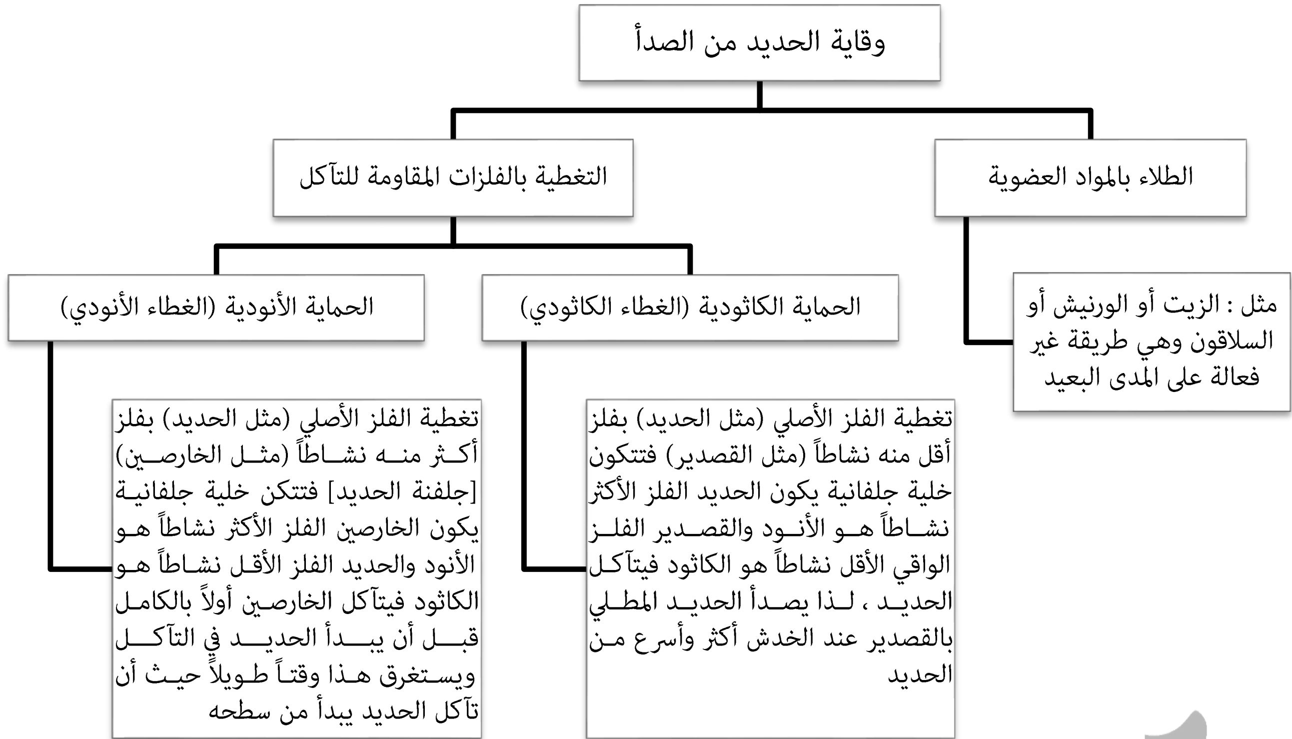
يصدأ الحديد بسرعة أكبر في مياه البحر ... علل ؟ لاحتواء مياه البحر على كميات أكبر من الأيونات.



وقاية الحديد من الصدأ :

يعد الحفاظ على الفلزات وحمايتها من الصدأ وبالأخص الحديد من أساسيات حماية الاقتصاد العالمي.

وفيما يلي بعض طرق حماية الحديد من الصدأ بتغطيته بمادة أخرى لعزله عن الوسط المحيط به، ويتم ذلك بإحدى وسيلتين هما :



القطب المضحي

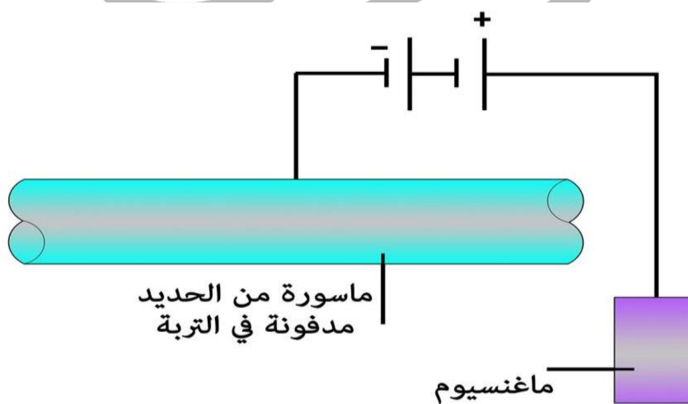
هو فلز نشيط كيميائياً يوصل بفلز آخر أقل منه نشاطاً لحماية الفلز الآخر من الصدأ والتآكل.

مثال :

(1) هياكل السفن المتصلة دائماً بالماء المالح.

(2) مواسير الحديد المدفونة في التربة الرطبة.

تكون أكثر عرضة للتآكل، ولحمايتها يتم جعلها كاثوداً وذلك بتوصيلها بالقطب السالب لمصدر كهربي ويتم توصيل القطب الموجب بفلز آخر أكثر نشاطاً من الحديد وليكن الماغنسيوم ليعمل كأنود فيتآكل أولاً بدلاً من الحديد لذا يسمى الماغنسيوم بالقطب المضحي.



تقــويم الـدرس الأول : الخلايا الجلفانية

العلامة 📖 تدل على كتاب المدرسة
العلامة 🗐 تدل على دليل التقويم

١ اكتب المصطلح العلمي أو الاسم الدال على كل عبارة من العبارات التالية :

(١) العلم المختص بدراسة التحول المتبادل بين الطاقة الكيميائية والطاقة الكهربية من خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال.

(٢) التفاعلات التي تنتقل فيها الإلكترونات من أحد المواد المتفاعلة إلى المادة الأخرى الداخلة معها في تفاعل كيميائي.

(٣) أنظمة يتم فيها تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية نتيجة تفاعلات (أكسدة واختزال) غير تلقائية. **(مصر ثان ٠٥)**

✻ خلايا كهربية تستخدم فيها الطاقة من مصدر خارجي لإحداث تفاعل أكسدة واختزال غير تلقائي **(مصر ثان ٠٧)**

(٤) 📖 أنظمة تعمل على تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية من خلال تفاعلات أكسدة واختزال وتحدث بشكل تلقائي. **(مصر ثان ١٣ ، مصر أول – ق – ١٥ ، مصر أول – ح – ١٥)**

(٥) القطب القياسي الذي جهده يساوي صفر.

(٦) القطب الذي تحدث عنده عملية الأكسدة في الخلايا الكهروكيميائية. **(مصر أول ١٠ ، مصر أول ١٣)**

(٧) 📖 القطب الذي تحدث عنده عملية الأكسدة في الخلايا الجلفانية.

(٨) أنبوبة زجاجية على شكل حرف (U) مقلوب مملوءة بمحلول إلكتروليتي تعمل على توصيل محلولي نصفي الخلية بطريقة غير مباشرة.

(٩) القطب الذي جهده يساوي Zero **(مصر ثان ٠٨)**

(١٠) فرق الجهد بين الهيدروچين وأيوناته في محلول مولاري من أيوناته.

(١١) ترتيب العناصر تنازلياً حسب جهود اختزالها السالبة وتصاعدياً حسب جهود اختزالها الموجبة. **(السودان ١٣ ، مصر ثان – ح – ١٤ ، السودان أول – ح – ١٥)**

✻ ترتيب تنازلي لجهود التأكسد القياسية للعناصر بالنسبة لقطب الهيدروچين القياسي. **(مصر ثان ٠٣)**

✻ ترتيب الجهود القياسية للعناصر ترتيباً تنازلياً بالنسبة لجهود الاختزال السالبة وتصاعدياً بالنسبة لجهود الاختزال الموجبة بحيث يكون أكبر القيم السالبة في أعلى المتسلسلة وأكبر القيم الموجبة في أسفلها.

(١٢) الصورة التي تكون فيها الفلزات على هيئة أيونات وتكون اللافلزات في صورتها العنصرية.

(١٣) مجموع جهدي الأكسدة والاختزال لنصفي خلية جلفانية.

(١٤) أنظمة تختزن الطاقة في صورة كيميائية والتي يمكن تحويلها عند اللزوم إلى طاقة كهربائية من خلال تفاعل أكسدة واختزال غير انعكاسي **(السودان أول ٠٧)**

(١٥) خلايا جلفانية تتميز بأن تفاعلاتها الكيميائية تفاعلات انعكاسية وتختزن الطاقة الكهربية على هيئة طاقة كيميائية. **(مصر ثان ٠٦)**

(١٦) 🗐 خلية صغيرة الحجم شائعة الاستخدام في سماعات الأذن والساعات.

(١٧) خلية جلفانية لا تستهلك، وتزود بالوقود من مصدر خارجي.

✻ خلية جلفانية لا تختزن الطاقة.

(١٨) عملية يحدث فيها تفاعلات أكسدة واختزال غير مرغوب فيها.

* عملية تآكل كيميائي للفلزات بفعل الوسط المحيط.

(١٩) تغطية الفلز المراد حمايته من الصدأ، بفلز آخر أقل نشاطاً منه.

(٢٠) الفلز المستخدم في طلاء الحديد المستخدم في صناعة معلبات المأكولات.

(٢١) تغطية الفلز المراد حمايته من الصدأ، بفلز آخر أقل نشاطاً منه.

(٢٢) الفلز المستخدم في جلفنة الحديد.

(٢٣) الأنود الذي يتآكل بدلاً من مواسير الحديد المدفونة في التربة الرطبة.

---

٢ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاه :

(١) فى الخلية الجلفانية يكون الأنود هو القطب .... (مصر أول ٩٦ ، مصر أول ٩٩)

(أ) السالب الذي تحدث عنده عملية الأكسدة (ب) السالب الذي تحدث عنده عملية الاختزال

(جـ) الموجب الذي تحدث عنده عملية الاختزال (د) الموجب الذي تحدث عنده عملية الأكسدة

(٢) في الخلية الجلفانية يكون الكاثود هو القطب ....

(أ) الموجب الذي تحدث عنده عملية الأكسدة (ب) الموجب الذي تحدث عنده عملية الاختزال

(جـ) السالب الذي تحدث عنده عملية الاختزال (د) السالب الذي تحدث عنده عملية الأكسدة

(٣) في الخلية الإلكتروليتية يكون الأنود هو القطب ....

(أ) الموجب الذي تحدث عنده عملية الأكسدة (ب) الموجب الذي تحدث عنده عملية الاختزال

(جـ) السالب الذي تحدث عنده عملية الاختزال (د) السالب الذي تحدث عنده عملية الأكسدة

(٤) في الخلية الجلفانية يمكن تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة ....

(أ) حركية (ب) مغناطيسية (جـ) حرارية (د) كهربية

(٥) الأنظمة التي يتم فيها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية نتيجة لحدوث تفاعلات أكسدة واختزال بشكل تلقائي هي خلايا ....

(أ) إلكتروليتية (ب) جلفانية (جـ) إلكترونية (د) شمسية

(٦) في الخلية الجلفانية يمكن الحصول على تيار كهربي نتيجة حدوث تفاعل ....

(أ) أكسدة فقط (ب) اختزال فقط

(جـ) أكسدة واختزال تلقائي (د) أكسدة واختزال غير تلقائي

(٧) الرمز الاصطلاحي لخلية جلفانية مكونة من فلزي النحاس والخارصين كل منهما مغمور في محلول أحد أملاحه ويوصل بين المحلولين قنطرة ملحية هو ....

(أ) $Zn^{2+}/Zn^{\circ}\ //Cu^{2+}/Cu^{\circ}$ (ب) $Zn^{\circ}/Zn^{2+}//Cu^{2+}/Cu^{\circ}$

(جـ) $Cu^{2+}/Cu^{\circ}//\ Zn^{2+}/\ Zn^{\circ}$ (د) $Cu^{\circ}/Cu^{2+}//\ Zn^{\circ}/\ Zn^{2+}$

(٨) يتم قياس جهود الأقطاب باستخدام ....

(أ) خلية دانيال (ب) قطب الهيدروچين القياسي

(جـ) قطب الفضة القياسي (د) قطب الأكسجين القياسي

(٩) جهد قطب الهيدروچين القياسي يساوي V .... (مصر أول ١٤)

(أ) 1 (ب) –1 (جـ) Zero (د) 0.1

* جهد قطب الهيدروچين القياسي له قيمة ....

(أ) موجبة (ب) سالبة (جـ) Zero (د) موجبة وسالبة

(١٠) تزداد قدرة العنصر المتقدم في السلسلة على طرد العنصر الذي يليه من محلول أحد أملاحه كلما ....

(أ) زاد الفرق بين جهدي تأكسد العنصرين (ب) زاد الفرق بين جهدي اختزال العنصرين
(جـ) زاد البعد في الترتيب بين العنصرين (د) جميع ما سبق

(١١) إذا كان جهد الاختزال القياسي للصوديوم هو $2.71\ V-$ فإن عنصر الصوديوم ....
(أ) يحل محل هيدروچين الماء (ب) يحل محل هيدروچين الأحماض
(جـ) جهد تأكسده $2.71\ V$ (د) جميع ما سبق

(١٢) تقوم القنطرة الملحية في خلية دانيال بـ ....
(أ) التوصيل بين محلولي نصفي الخلية (ب) معادلة الشحنات الموجبة والسالبة
(جـ) عدم الاتصال المُباشر بين المحلولين (د) جميع ما سبق

(١٣) إذا حدث تفاعل أكسدة – اختزال باستخدام تيار كهربي خارجي تسمى العملية ....
(أ) تعادل (ب) تحليل كهربي (جـ) أسترة (د) تميؤ

(١٤) من فوائد القنطرة الملحية في الخلية الجلفانية ....
(أ) تسمح بانتقال الأيونات (ب) تسمح بسريان الإلكترونات
(جـ) تمنع انتقال الأيونات (د) تمنع سريان الإلكترونات

(١٥) يحدث تفاعل الأكسدة والاختزال عن طريق ....
(أ) اكتساب إلكترونات فقط (ب) فقد إلكترونات فقط
(جـ) فقد واكتساب إلكترونات (د) عدم فقد أو اكتساب إلكترونات

(١٦) القطب الذي تحدث عنده عملية أكسدة في الخلايا الإلكتروليتية هو القطب ....
(أ) السالب (ب) الأنود (جـ) الكاثود (د) (أ) ، (جـ) معاً

(١٧) القطب الذي يحدث عنده عملية الاختزال في الخلايا الجلفانية هو القطب ....
(أ) السالب (ب) الأنود (جـ) الكاثود (د) (أ) ، (ب) معاً

(١٨) إذا كانت قيمة جهود الاختزال القياسية لكل من الخارصين والنيكل هي $0.76\ V-$ ، $0.32\ V-$ على الترتيب فإن ق.د.ك للخلية هي V ....
(أ) 0.99 (ب) $0.53-$ (جـ) 0.76 (د) 0.53

(١٩) بطارية أيون الليثيوم من الخلايا ....
(أ) الإلكتروليتية (ب) الجلفانية الثانوية (جـ) الجلفانية الأولية (د) غير انعكاسية

(٢٠) الخلايا الأولية عبارة عن خلايا ....
(أ) جلفانية تلقائية غير انعكاسية (ب) تحليلية غير انعكاسية
(جـ) جلفانية تلقائية إنعكاسية (د) تحليلية يسهل شحنها

(٢١) الخلايا الثانوية عبارة عن خلايا ....
(أ) إنعكاسية. (ب) شمسية. (جـ) تحليلية. (د) غير انعكاسية.

(٢٢) الكاثود الذي يحدث له عملية الاختزال في خلية الوقود هو ....
(أ) غاز الهيدروچين. (ب) غاز الأكسچين. (جـ) حمض الكبريتيك. (د) هيدروكسيد البوتاسيوم.

(٢٣) الخلايا التي تختزن الطاقة في صورة طاقة كيميائية ويمكن تحويلها عند اللزوم إلى طاقة كهربية من خلال تفاعل أكسدة – اختزال تلقائي غير إنعكاسي ....
(أ) ثانوية (ب) أولية (جـ) إلكتروليتية (د) وقود

(٢٤) في بطارية أيون الليثيوم يتكون الكاثود من ....
(أ) جرافيت الليثيوم. (ب) أكسيد الليثيوم كوبلت.
(جـ) سداسي فلوروفوسفيد الليثيوم اللامائي. (د) الرصاص.

(٢٥) يتكون القطب السالب (الأنود) في خلية الوقود من ....

(أ) غاز الهيدروچين. (ب) غاز الأكسچين. (جـ) حمض الكبريتيك. (د) هيدروكسيد البوتاسيوم.

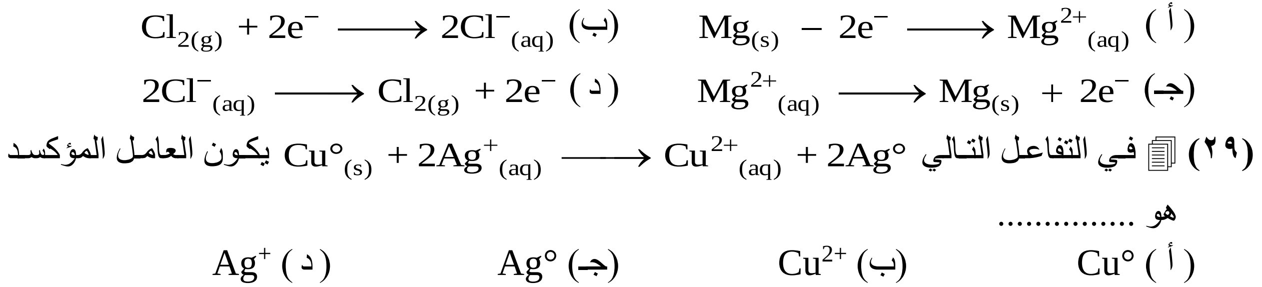
(٢٦) الإلكتروليت في خلية الزئبق هو ....

(أ) أكسيد الزئبق (ب) الجرافيت (جـ) كبريتات النحاس (د) هيدروكسيد البوتاسيوم

(٢٧) في مركم الرصاص يتكون الأنود من شبكة من الرصاص مملوءة بـ ....

(أ) أكسيد الزئبق. (ب) أكسيد الرصاص. (جـ) رصاص أسفنجي. (د) ثاني أكسيد الرصاص.

(٢٨) في التفاعل $Mg_{(s)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow MgCl_{2(s)}$ يكون نصف التفاعل الذي يمثل اختزال هو ....



(أ) $Mg_{(s)} - 2e^- \longrightarrow Mg^{2+}_{(aq)}$ (ب) $Cl_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-_{(aq)}$

(جـ) $Mg^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Mg_{(s)} + 2e^-$ (د) $2Cl^-_{(aq)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$

(٢٩) في التفاعل التالي $Cu^\circ_{(s)} + 2Ag^+_{(aq)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2Ag^\circ$ يكون العامل المؤكسد هو ....

(أ) Cu° (ب) Cu^{2+} (جـ) Ag° (د) Ag^+

---

٣ علل لما يأتي :

(١) الأنود هو القطب السالب في الخلية الجلفانية (مصر أول ٩٥، السودان أول ١٢)

(٢) لا يحل النحاس محل هيدروچين الماء أو الأحماض المخففة بينما يحل الصوديوم محل هيدروچين الأحماض والماء (مصر أول ١٠)

(٣) عناصر مقدمة سلسلة الجهود الكهربية عوامل مختزلة قوية.

(٤) الصورة المتأكسدة للعناصر التي تقع عند النهاية السفلى للسلسلة عوامل مؤكسدة قوية

(٥) العناصر المتقدمة في المتسلسلة تحل محل العناصر التي تليها في محاليل أملاحها.

(٦) توجد في صورة جافة وليست سائلة

(٧) تسمى الخلايا الأولية بالبطاريات الجافة

(٨) الخلايا الأولية خلايا غير إنعكاسية

(٩) تستخدم خلية الزئبق في سماعات الأذن والساعات والآلات الخاصة بالتصوير

(١٠) يلزم التخلص من خلية الزئبق بطريقة آمنة

(١١) تتركب خلية الوقود من قطبين كل منهما على هيئة وعاء مجوف مبطن بطبقة من الكربون المسامي.

(١٢) خلية الوقود لا تستهلك كباقي الخلايا الجلفانية

(١٣) تلعب خلية الوقود دوراً بالغ الأهمية بالنسبة لمركبات الفضاء

(١٤) تعرف بطارية الرصاص الحامضية باسم بطارية السيارات

(١٥) توضع المكونات في وعاء مصنوع من المطاط الصلب أو البلاستيك (بولي ستيرين)

(١٦) القوة الدافعة الكهربية emf لبطارية السيارات تساوي 12V على الرغم من أن جهد الخلية Ecell لها تساوي 2V فقط.

(١٧) للهيدروميتر أهمية في بطارية السيارات .

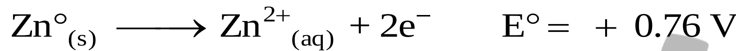
(١٨) استخدام البطارية لمدة طويلة يؤدي إلى نقص كمية التيار الكهربي الناتج منها وحاجتها إلى إعادة شحنها

(١٩) تعتبر الخلايا الثانوية (المراكم) بطارية لتخزين الطاقة.
(٢٠) للدينامو أهمية في السيارات.
(٢١) تعتبر بطارية السيارة خلية انعكاسية. (مصر ثان ٩٥ ، مصر ثان ٩٩)
✻ تعتبر الخلايا الجلفانية خلايا انعكاسية. (مصر أول ٩٩ ، مصر ثان ٠١)
(٢٢) الخلية الجافة من الخلايا الجلفانية الأولية.
(٢٣) يلزم التخلص من خلية الزئبق بعد استخدامها بطريقة آمنة.
(٢٤) بطارية الرصاص حامضية.
(٢٥) الجهد الكلي لبطارية السيارة 12V على الرغم من أن خلية الرصاص الحامضية المكونة لها جهدها 2V فقط.
(٢٦) تعتبر بطارية أيون الليثيوم الجافة من الخلايا الثانوية.
(٢٧) في بعض السيارات الحديثة كبديل لبطارية مركم الرصاص.
(٢٨) الاهتمام بظاهرة تآكل المعادن ومحاولة التغلب عليها.

---

٤ مسائل متنوعة :

(١) إذا علمت أن :



$Zn^{\circ}_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $E^{\circ} = +0.76\ V$



$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu^{\circ}_{(s)}$ $E^{\circ} = +0.34\ V$

احسب قيمة القوة الدافعة الكهربية (emf) للخلية الجلفانية الكونة منهما، مع بيان الرمز الاصطلاحي للخلية. (السودان أول ١٣)

(1.1 V)

---

(٢) A ، B عنصران جهد تأكسدهما 0.7 V ، 0.3 V – على الترتيب وكل منهما ثنائى التكافؤ
(أ) ما هو الرمز الاصطلاحى للخلية التى يمكن أن تتكون منهما ؟
(ب) احسب القوة الدافعة الكهربية لهذه الخلية وهل يصدر عنها تيار كهربى أم لا ؟ ولماذا ؟
(مصر أول ٠٩)

(1 V)

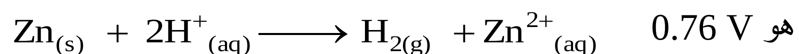
---

(٣) A ، B عنصران جهد تأكسدهما 0.4 V ، 0.6 V – على الترتيب وكل منهما ثنائى التكافؤ
(أ) ما هو الرمز الاصطلاحى للخلية التى يمكن أن تتكون منهما ؟
(ب) احسب القوة الدافعة الكهربية لهذه الخلية وهل يصدر عنها تيار كهربى أم لا ؟ ولماذا ؟
(مصر أول ٠٠)

(1 V)

---

(٤) اكتب الرمز الاصطلاحى للخلية الجلفانية الآتية موضحاً العامل المؤكسد علماً بأن جهد تأكسد الخارصين هو 0.76 V



$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow H_{2(g)} + Zn^{2+}_{(aq)}$

(مصر أول ٠٥)

---

(٥) اكتب الرمز الاصطلاحى للخلية الجلفانية الآتية مبيناً العامل المؤكسد والعامل المختزل وقيمة القوة الدافعة الكهربية للخلية

$$H_{2(g)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow 2H^{+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

علماً بأن جهد تأكسد النحاس = 0.34 V – (مصر أول ٠٢)

(0.34 V)

---

(٦) اكتب الرمز الاصطلاحي لخلية جلفانية مكونة من قطب Sn^{2+}/Sn وقطب Ag^{+}/Ag ثم احسب ق.د.ك لها إذا علمت أن جهد الاختزال القياسي لكل من القصدير والفضة على التوالي 0.14V – ، 0.8V

(0.94 V)

---

(٧) خلية جلفانية تتكون من قطب نحاس وآخر فضة فإذا علمت أن جهود الاختزال القياسية للقطبين هى 0.34V ، 0.8V على الترتيب، اجب عن الأسئلة التالية :

(أ) اكتب معادلات التفاعل التلقائي عند كل من الأنود والكاثود. (مصر ثان ٠٥)

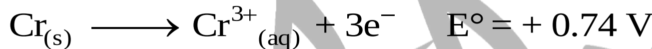
(ب) اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية المتكونة.

(جـ) احسب e.m.f لهذه الخلية. (مصر ثان ٠٥)

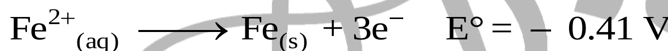
(0.46 V)

---

(٨) احسب القوة الدافعة الكهربية للخلية الجلفانية التالية :



$$Cr_{(s)} \longrightarrow Cr^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \quad E° = + 0.74 \text{ V}$$



$$Fe^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Fe_{(s)} + 3e^{-} \quad E° = - 0.41 \text{ V}$$

واكتب الرمز الاصطلاحي لها.

(0.33 V)

---

٥ اذكر أهمية (مميزات) كل مما يلي :

(١) قطب الهيدروچين القياسي (مصر ثان ٠٧، مصر ثان ٠٩، مصر ثان ١٢)

(٢) القنطرة الملحية (الحاجز المسامي) في الخلية الجلفانية (مصر ثان ٩٧ ، السودان أول ٠٦ ، السودان أول ٠٨)

(٣) الخلايا الجلفانية.

(٤) الطبقة الاسفنجية من البلاتين الأسود التي تغطي صفيحة البلاتين في قطب الهيدروچين القياسي

(٥) سلسلة الجهود الكهربية.

(٦) الخلايا الأولية الجافة.

(٧) خلية الزئبق الجافة.

(٨) الخلايا الثانوية.

(٩) مركم الرصاص. (مصر أول ٩٨)

(١٠) الخارصين في خلية الزئبق.

- غاز الهيدروچين في خلية الوقود.
- الرصاص الأسفنجي في مركم الرصاص.
- جرافيت الليثيوم في بطارية أيون الليثيوم.

(١١) أكسيد الزئبق في خلية الزئبق.

* غاز الأكسجين في خلية الوقود.
* ثاني أكسيد الرصاص في مركم الرصاص.
* أكسيد الليثيوم كوبلت في بطارية أيون الليثيوم.

(١٢) هيدروكسيد البوتاسيوم في خلية الزئبق (مصر ثان ٠٦ ، مصر ثان ٠٩)

* هيدروكسيد البوتاسيوم المائي في خلية الوقود.
* حمض الكبريتيك المخفف في بطارية الرصاص الحامضية. (مصر أول ٩٩ ، مصر أول ٠٤)
* محلول سداسي فلوروفوسفيد الليثيوم اللامائي في بطارية أيون الليثيوم.

(١٣) العازل الداخلي في بطارية أيون الليثيوم.

(١٤) بطارية أيون الليثيوم.

(١٥) الدينامو في السيارة.

(١٦) شحن بطارية السيارة.

(١٧) الهيدروميتر.

(١٨) خلية الوقود بالنسبة لمركبات الفضاء.

(١٩) القطب المضحي.

---

٦ قارن بين كلاً من :

(١) تفاعلات الأكسدة وتفاعلات الاختزال

(٢) 📖 المهبط **(الكاثود)** ، والمصعد **(الأنود)** في الخلايا الجلفانية والخلايا الإلكتروليتية (السودان أول ٠٨)

(٣) الخلية الجافة وخلية الزئبق من حيث التفاعل الكلى التلقائى لكل منهما (مصر ثان ٠٧)

(٤) بطارية السيارة والبطارية الجافة من حيث: (مصر أول ٠١)

(أ) المادة المصنوع منها الأنود فى كل منهما.

(ب) التفاعل الكلى الحادث.

(٥) خلية الزئبق وبطارية النيكل كادميوم من حيث القطب الموجب في كل منهما – القطب السالب – التفاعل الكلي الحادث في كل منهما.

(٦) مركم الرصاص والخلية الجافة من حيث القطب الموجب في كل منهما – القطب السالب في كل منهما – التفاعل الكلي الحادث في كل منهما. (السودان أول ٠٦)

(٧) قارن بين الخلايا الأولية والخلايا الثانوية مع ذكر مثال لكل منهما. (السودان أول ١٢ ، مصر أول ١٤)

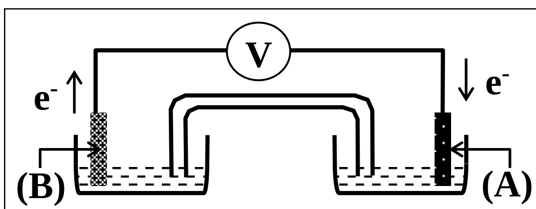
(٨) خلية الوقود وبطارية أيون الليثيوم.

(٩) الغطاء الأنودي والغطاء الكاثودي.

---

٦ أسئلة متنوعة :

(١) انظر إلى الشكل المقابل ثم أجب عن الأسئلة التالية: (مصر أول ٠٧)



ما اسم الخلية الكهربية الموضحة بالشكل؟

ما نوع تفاعل (الأكسدة – اختزال) بالخلية تلقائي أو غير تلقائي؟

أي القطبين **(A)** أو **(B)** هو الأعلى جهد أكسدة؟

ولماذا؟

هل تعتبر هذه الخلية من الخلايا الأولية أم الخلايا الثانوية؟ ولماذا؟

---

(٢) في أي حالة يمكن استخدام تفاعل الأكسدة – اختزال لانتاج تيار كهربي ؟

---

(٣) ما هي مكونات الخلية الجلفانية وما هو دور كل مكون في عمل الخلية ؟

---

(٤) انقل الرمز الاصطلاحي التالي في ورقة الإجابة ثم اجب عن الأسئلة التي تليه :

$M/M^{2+}//2H^{+}/H_2.Pt$ حيث أن (M يرمز إلى عنصر فلزي)

(أ) إلى ماذا يشير هذا الرمز الاصطلاحي ؟

(ب) ما هو العامل المؤكسد وما هو العامل المختزل ؟

(جـ) وإذا كان جهد هذه الخلية هو **0.76 V** فما هو جهد تأكسد العنصر **M** ؟

---

(٥) الشكل التالي يوضح خلية جلفانية تعطي **1.1 V**

(أ) انقل الرسم في ورقة إجابتك ثم حدد اتجاه سريان التيار الكهربي.

(ب) اذا استبدل الخارصين بفلز **الماغنسيوم** ماذا تتوقع للقوة الدافعة الكهربية للخلية تزيد أم تنقص؟ **علماً بأن الخارصين أعلى في جهد الاختزال**

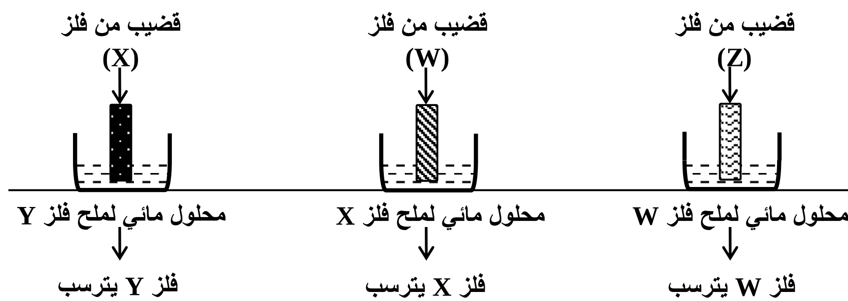
(جـ) ما هي الأسباب التي يمكن أن تؤدي إلى توقف هذه الخلية عن انتاج التيار الكهربي؟

---

(٦) وضح ماذا يحدث عند وضع قطعة من الخارصين فى محلول كبريتات النحاس لفترة طويلة مع كتابة معادلة التفاعل. (مصر ثان ٠٢)

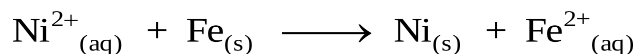
---

(٧) **في الشكل ثلاثة كؤوس زجاجية :** ما هو الفلز الأكثر نشاطاً وما هو الفلز الأقل نشاطاً ، رتب هذه الفلزات من الأنشط إلى الأقل نشاطاً



---

(٨) اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية الجلفانية التي يحدث بها التفاعل التالي :



$$Ni^{2+}_{(aq)} + Fe_{(s)} \longrightarrow Ni_{(s)} + Fe^{2+}_{(aq)}$$

ثم بين : (أ) الكاثود والأنود (المهبط والمصعد)

(ب) اتجاه سريان التيار الكهربي

---

(٩) بطارية مركم الرصاص الحامضية تتكون من ألواح شبكية من الرصاص (مملوءة بالتبادل برصاص اسفنجي وثاني أكسيد الرصاص) مغمورة في حمض الكبريتيك

(أ) ارسم شكل تخطيطي يمثل الخلية موضحاً القطب الموجب والقطب السالب (مصر أول ١٤)

(ب) ماذا نعني بعملية التفريغ ؟ اكتب التفاعل الحادث عند التفريغ (مصر أول ٠٠ ، مصر أول ١٤)

---

(١٠) اشرح كيف تتم عملية إعادة شحن بطارية السيارة (مركم الرصاص) مع كتابة المعادلة (مصر ثان ٠٠)

---

(١١) وضح التفاعلات التي تحدث داخل كلاً من :

(أ) خلية الزئبق (مصر ثان ٠٧) (ب) خلية الوقود.

(جـ) مركم الرصاص (شحن وتفريغ). (د) بطارية أيون الليثيوم (شحن وتفريغ).

---

(١٢) ماذا يحدث عند غياب القنطرة الملحية؟

---

(١٣) ماهي فكرة عمل قطب الهيدروجين القياسي؟

---

(١٤) اتفق العلماء على استخدام قطب الهيدروجين القياسي كقطب قياسي يمكن أن تقاس به جهود الأقطاب الأخرى :

(أ) وضح مع الرسم وكتابة البيانات مكونات قطب الهيدروجين القياسي.
(مصر ثان – ح – ١٤ ، السودان أول – ح – ١٤)

(ب) اكتب الرمز الاصطلاحي لنصف خلية الهيدروجين القياسية. (مصر ثان – ح – ١٤ ، مصر ثان ١٠)

(جـ) فيم يستخدم قطب الهيدروچين القياسي.

(د) ما هي فكرة عمل قطب الهيدروچين القياسي.

(هـ) متى تساوي قيمة قطب الهيدروچين القياسي Zero ؟

(و) متى لا تساوي قيمة قطب الهيدروچين القياسي Zero ؟

---

(١٥) ما هي مميزات وعيوب كل من :

(أ) الخلايا الأولية. (ب) خلية الزئبق. (جـ) خلية الوقود.

---

(١٦) متى تتوقف الخلايا الأولية عن العمل ؟

---

(١٧) مما تتركب خلية الوقود الهيدروچيني، موضحاً ذلك برسم كامل البيانات؟

---

(١٨) ما هو سبب تآكل المعادن وخاصة الصلب؟

ثانياً الخلايـــا الإلكتروليتيــة :

الخلايا الإلكتروليتية

خلايا كهربية تستخدم فيها الطاقة من مصدر خارجي لإحداث تفاعل أكسدة واختزال غير تلقائي الحدوث

تركيب الخلية الإلكتروليتية :

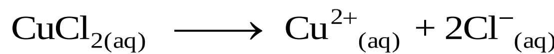
(١) محلول إلكتروليتي (سواء كان محلول لأحد الأملاح أو القواعد أو الأحماض أو مصهور لأحد الأملاح)
(٢) قطبان من معدن واحد (مثل : الكربون أو البلاتين) أو كل منهما من مادة مختلفة (مثل : الكربون – البلاتين – النحاس – الخارصين) وتغمس في المحلول الإلكتروليتي.
(٣) مصدر تيار كهربى (بطارية) وتتكون من :
(أ) **الأنـود:** هـو القطـب الـذي يوصـل بالقطـب الموجـب للبطاريـة ويحـدث عنـده تفـاعلات الأكسـدة (Oxidation)
(ب) **الكـاثود:** هـو القطـب الـذي يوصـل بالقطـب السـالب للبطاريـة ويحـدث عنـده تفـاعلات الاختـزال (Reduction)

طريقة العمل :

* عند توصيل القطبين بحيث يكون الجهد الواقع على الخلية يفوق قليلاً الجهد الانعكاسي يسري تيار كهربى فى الخلية الإلكتروليتية.
* تتجه الأيونات الموجبة (الكاتيونات) نحو القطب السالب (الكاثود) وتتعادل شحنتها باكتساب إلكترونات وتحدث عملية اختزال.
* تتجه الأيونات السالبة (الأنيونات) نحو القطب الموجب (الأنود) وتتعادل شحنتها بفقد إلكترونات وتحدث عملية أكسدة.

مثال: التحليل الكهربي لمحلول كلوريد النحاس ($CuCl_2$):

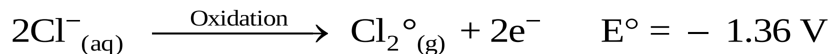
قبل مرور التيار الكهربي : يتأين كلوريد النحاس في الماء تبعاً للمعادلة :



$$CuCl_{2(aq)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)}$$

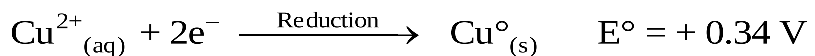
بعد مرور التيار الكهربي : تتجه الأيونات نحو الأقطاب المخالفة لتتعادل شحنتها وتحدث التفاعلات التالية :

① تفاعل أكسدة المصعد (الأنود) [القطب الموجب] :

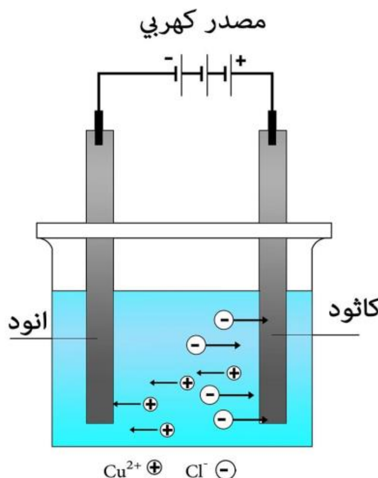


$$2Cl^{-}_{(aq)} \xrightarrow{\text{Oxidation}} Cl_2{}^{\circ}{}_{(g)} + 2e^{-} \qquad E^{\circ} = -\ 1.36\ V$$

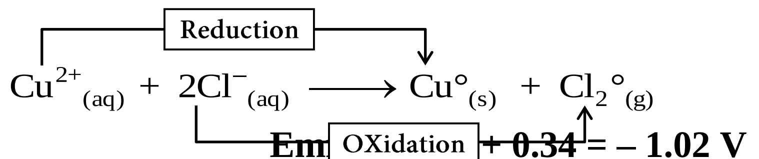
② تفاعل اختزال المهبط (الكاثود) [القطب السالب] :



$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \xrightarrow{\text{Reduction}} Cu^{\circ}_{(s)} \qquad E^{\circ} = +\ 0.34\ V$$



③ التفاعـل الكلـى الحـادث فـي الخليـة هـو مجمـوع تفـاعلي الأنـود والكاثود :



$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)} \longrightarrow Cu^{\circ}_{(s)} + Cl_2{}^{\circ}{}_{(g)}$$

Em = – 1.36 + 0.34 = – 1.02 V

الإشارة **السالبة** تعني أن التفاعل الكلي لا يتم تلقائياً ولكنه يتم في خلية جلفانية ولكنه يتم في خلية إلكتروليتية باستخدام طاقة كهربية من مصدر خارجي (أي أنها خلية إلكتروليتية).

ملاحظات هامة :
✱ النتيجة النهائية هي ترسب النحاس على الكاثود وتصاعد الكلور على الأنود.
✱ **لا تختزل كاتيونات الهيدروجين (H^+) عند الكاثود ... علل ؟**
لأن جهد اختزال كاتيونات النحاس (Cu^{2+}) أكبر منها.
✱ **لا تتأكسد أنيونات الهيدروكسيل (OH^-) عند الأنود ... علل ؟**
لأن جهد أكسدة أنيونات الكلوريد (Cl^-) أكبر منها.
✱ يقل تركيز محلول كبريتات النحاس لأن مكوناته تُستهلك أثناء التحليل الكهربي.

تعريفات هامة جداً :	
الإلكتروليت	هو محلول مائي أو مصهور مركب يتفكك أيونياً إلى أيونات موجبة (كاتيونات) وأيونات سالبة (أنيونات) ويوصل التيار الكهربي نتيجة لحركة الأيونات.
الأيونات الموجبة (الكاتيونات)	هي جسيمات مادية متحركة في المحلول أو المصهور وفقيرة بالإلكترونات.
الأيونات السالبة (الأنيونات)	هي جسيمات مادية مُتحركة في المحلول أو المصهور وغنية بالإلكترونات.
عملية الأكسدة	عملية فقد الذرة أو الأيون لإلكترون أو أكثر ينتج عنها زيادة في الشحنة الموجبة أو نقص في الشحنة السالبة.
عملية الاختزال	عملية اكتساب الذرة أو الأيون لإلكترون أو أكثر ينتج عنها زيادة في الشحنة السالبة أو نقص في الشحنة الموجبة.

التحليل الكهربي Electrolysis

هو التحلل الكيميائي للمحلول الإلكتروليتي بفعل مرور التيار الكهربي به.

مقارنة بين الخلايا الجلفانية والخلايا الإلكتروليتية (التحليلية)

	الخلايا الجلفانية	الخلايا الإلكتروليتية (التحليلية)
نظرية العمل	أنظمة يتم فيها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية عن طريق تفاعلات الأكسدة والاختزال بشكل تلقائي مستمر (أي بدون مصدر خارجي)	أنظمة يتم فيها تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية عن طريق تفاعلات الأكسدة والاختزال بشكل غير تلقائي (أي تحتاج لمصدر خارجي)
الأنود (المصعد)	القطب **السالب** الذي يحدث عنده **أكسدة** وذلك لحدوث الأكسدة عنده وفقد الإلكترونات	القطب **الموجب** الذي تحدث عنده **أكسدة** لاتصاله بموجب البطارية
الكاثود (المهبط)	القطب **الموجب** الذي يحدث عنده **اختزال**	القطب **السالب** الذي يحدث عنده **اختزال**

	وذلك لحدوث الاختزال عنده واكتساب الإلكترونات.	لاتصاله بسالب البطارية.
الأقطاب	مختلفة ويسمى كل نصف من أنصاف الخلية بالقطب الإنعكاسي.	مختلفة أو متشابهة.
القنطرة الملحية	بعضها قد يحتاج لقنطرة ملحية.	لا تحتاج قنطرة ملحية.
الطاقة الكهربية	هي مصدر كهربي.	تحتاج لمصدر كهربي.

مقارنة بين الموصلات الإلكترونية والموصلات الإلكتروليتية :

	الموصلات الإلكترونية	الموصلات الإلكتروليتية
التعريف	موصلات تعمل على نقل التيار الكهربي من خلال حركة إلكتروناتها.	موصلات تعمل على نقل التيار الكهربي من خلال حركة أيوناتها.
الحالة الفيزيائية	مواد صلبة.	مواد سائلة.
انتقال المادة	لا يصحبه انتقال المادة.	يصحبه انتقال المادة.
أمثلة	(1) فلزات صلبة. (2) سبائك.	(1) مصاهير الأملاح. (2) محاليل الأملاح والأحماض والقلويات.

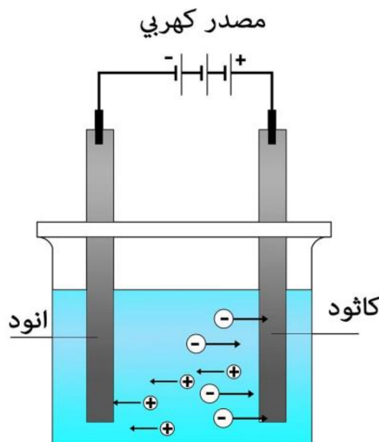
قوانين فاراداي للتحليل الكهربي :

القانون الأول لفاراداي

تتناسب كمية المواد المتكونة أو المُستهلكة عند أي قطب سواء كانت غازية أو صلبة تناسباً طردياً مع كمية الكهربية المارة في المحلول الإلكتروليتي.

تحقيق القانون الأول لفاراداي :

الخطـوات :



(١) كون الخلية التحليلية الموضحة بالشكل المُقابل.

(٢) مرر في المحلول الإلكتروليتي كميات مختلفة من الكهربية والتي يمكن حسابها من العلاقة :

كمية الكهرباء (Coulomb) = شدة التيار (Ampere) × الزمن (Second)

(٣) سجل كتل المواد المتكونة على الكاثود لكل كمية كهربية

(٤) قارن بين كتل المواد المتكونة على الكاثود بكميات الكهربية المستخدمة.

الملاحظـة :

تزداد كتل المواد المُتكونة على الكاثود، بزيادة كمية الكهربية المارة في المحلول.

الاستنتاج :

تتناسب كمية المواد المتكونة أو المُستهلكة عند أي قطب سواء كانت غازية أو صلبة تناسباً طردياً مع كمية الكهربية المارة في المحلول الإلكتروليتي.

القانون الثاني لفاراداي

تتناسب كتل المواد المختلفة أو المستهلكة عند مرور نفس كمية الكهربية تناسباً طردياً مع كتلتها المكافئة الجرامية.

الصيغة الرياضية لقانون فاراداي الثاني :

$$\frac{\text{كتلة العنصر الأول}}{\text{كتلة العنصر الثاني}} = \frac{\text{الكتلة المكافئة للعنصر الأول}}{\text{الكتلة المكافئة للعنصر الثاني}}$$

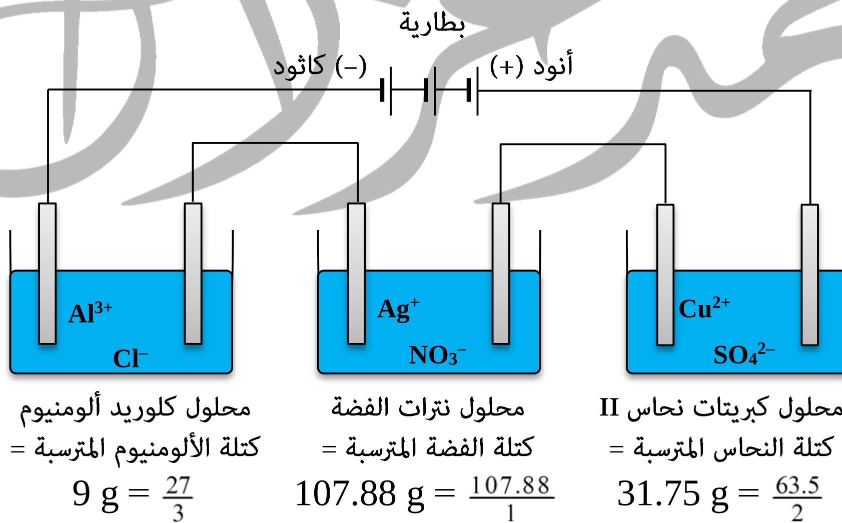
الكتلة المكافئة الجرامية

كتلة المادة التي لها القدرة على فقد أو اكتساب مول واحد من الإلكترونات أثناء التفاعل الكيميائي.

$$\text{الكتلة المكافئة الجرامية} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{عدد شحنات أيون العنصر } Z}$$

مثال : الكتلة المكافئة الجرامية للنحاس $Cu^{2+} = \frac{63.5}{2} = 31.75\ g$

تحقيق القانون الثاني لفاراداي :



محلول كلوريد ألومنيوم — كتلة الألومنيوم المترسبة = $\frac{27}{3} = 9\ g$

محلول نترات الفضة — كتلة الفضة المترسبة = $\frac{107.88}{1} = 107.88\ g$

محلول كبريتات نحاس II — كتلة النحاس المترسبة = $\frac{63.5}{2} = 31.75\ g$

التحليل الكهربي لعدة محاليل إلكتروليتية

الخطــوات :

(١) كون الخلية التحليلية الموضحة بالشكل المقابل وتحتوي على محاليل كبريتات نحاس II ، ونترات الفضة ، وكلوريد الألومنيوم.

(٢) مرر في المحاليل الإلكتروليتية المتصلة على التوالي كمية من الكهرباء، والتي يتم حسابها من العلاقة :

كمية الكهرباء (Coulomb) = شدة التيار (Ampere) × الزمن (Second)

(٣) سجل كتل المواد المتكونة على كاثود كل خلية.

(٤) قارن نسب كتل المواد المتكونة على كاثود كل خلية، بالكتل المكافئة الجرامية لهذه المواد، والتي يتم حسابها **من العلاقة :** الكتلة المكافئة الجرامية = $\frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{عدد شحنات أيون العنصر } Z}$

الملاحظة :

النسبة بين كتل المواد المتكونة على كاثود كل خلية، تتناسب طردياً مع النسبة بين الكتل المكافئة الجرامية لكل منها : النحاس $Cu^{2+} = \frac{63.5}{2} = 31.75$ ، الفضة $Ag^{+} = \frac{107.88}{1} = 107.88$ ، الألومنيوم $Al^{3+} = \frac{27}{3} = 9$

الاستنتاج :

تتناسب كتل المواد المختلفة أو المستهلكة عند مرور نفس كمية الكهربية تناسباً طردياً مع كتلتها المكافئة الجرامية.

مترادفات لفظية
المكافئ الجرامي = الكتلة المكافئة = الوزن المكافئ
الكتلة الذرية = الوزن الذري = الذرة الجرامية = g/atom = المول ذرة

الأمبير (A) [وحدة قياس شدة التيار]

- كمية الكهرباء اللازمة لترسيب 1.118 mg من الفضة في الثانية الواحدة.
- حاصل ضرب وحدة قياس كمية الكهربية في وحدة قياس الزمن.

الكولوم (C)

كمية الكهرباء اللازمة لترسيب 1.118 mg من الفضة.

حساب كمية الكهربية اللازمة لترسيب الكتلة المكافئة الجرامية بدلالة الفضة .

$$1\text{ C} \rightarrow 1.118 \times 10^{-3}\text{ g}$$

$$X\text{ C} \rightarrow 107.88\text{ g}$$

$$X = \frac{1 \times 107.88}{1.118 \times 10^{-3}} = 96494 \simeq 96500\text{ C (1 F)}$$

الفاراداي (F)

- كمية الكهربية اللازمة لاستهلاك أو ترسيب أو تصاعد الوزن المكافئ الجرامي لمادة عند الأقطاب بالتحليل الكهربي.
- كمية الكهربية التي شحنتها تعادل شحنة ($1\text{ mol } e^{-}$) وهي تساوي 96500 C

القانون العام للتحليل الكهربي

عند مرور واحد فاراداي [1F] (96500 C) خلال الإلكتروليت فإنه يؤدي إلى ذوبان أو تصاعد أو ترسيب كتلة مكافئة جرامية من المادة عند أحد الأقطاب.

قوانيــن هامــة

كمية الكهربية (C) = شدة التيار (A) × الزمن (s)
$\text{hour} \underset{\div 60}{\overset{\times 60}{\rightleftharpoons}} \text{min} \underset{\div 60}{\overset{\times 60}{\rightleftharpoons}} \text{sec}$
الكتلة المكافئة الجرامية (g) = $\frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{عدد شحنات أيون العنصر Z}}$
كتلة المادة المترسبة (g) = $\frac{\text{كمية الكهربية (C)} \times \text{الكتلة المكافئة الجرامية (g)}}{96500\ C}$ أو   الفاراداي (96500C) ⟵ الكتلة المكافئة الجرامية (g)   كميـــة الكهربيـــة ⟵ الكتلـــة المترسبـــة (g)
كمية الكهرباء (فاراداي) = $\frac{\text{الكتلة المترسبة من الفلز X}}{\text{الكتلة المكافئة للفلز X}} = \frac{\text{الكتلة المترسبة من الفلز Y}}{\text{الكتلة المكافئة للفلز Y}}$
كمية الكهربية اللازمة لترسيب المول (g/atom) = الفاراداي (F) × عدد شحنات الأيونات (Z)
كمية الكهربية اللازمة لتكوين المول (g/atom) من أي غاز (فاراداي) = الفاراداي (F) × عدد مولات e^-

مثـال (5)

احسب عدد الفاراداي اللازم لترسيب **(g/atom)** من الألومنيوم عند التحليل الكهربي لمصهور **(Al_2O_3)**
[Al=27]

الحل

∴ كمية الكهربية اللازمة لترسيب المول **(g/atom)** = **الفاراداي (F)** × **عدد الشحنات (Z)**

كمية الكهربية اللازمة لترسيب المول **(g/atom)** = **3 F**

حل آخر :

الكتلة المكافئة الجرامية (g) = $\frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{عدد شحنات أيون العنصر Z}} = \frac{27}{3} = $ **9 g**

لترسيب **(g/atom)** أي لترسيب 1 mol من الألومنيوم **(Al)** = 27 g

∴ كمية الكهربية = $\frac{1\ F \times \text{الكتلة المترسبة}}{\text{الكتلة المكافئة الجرامية}} = \frac{27 \times 1}{9} = $ **3 F**

مثـال (6)

احسب كمية الكهربية اللازمة لترسيب **5.9g** من النيكل من محلول كلوريد النيكل **(II)**

علماً بأن تفاعل الكاثود : $Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Ni_{(s)}$ **[Ni = 59]**



أجب بنفسك

(19300 C)

مثـال (7)

ما هي كتلة كل من البلاتين، والكلور الناتجين من إمرار **4825 C** في محلول كلوريد البلاتين ، علماً بأن التفاعلات التي تحدث عند الأقطاب هي :


[Pt = 195 , Cl = 35.5]


$$Pt^{4+}_{(aq)} + 4e^- \longrightarrow Pt_{(s)} \quad , \quad 2Cl^-_{(aq)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$$

الحل

∴ الكتلة المكافئة الجرامية للبلاتين (Pt) = $\frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{عدد شحنات أيون العنصر Z}} = \frac{195}{4} = 48.75\ g$

$$96500\ C \longrightarrow 48.75\ g$$
$$4825\ C \longrightarrow X\ g$$

$$\therefore X = \frac{4825 \times 48.75}{96500} = \boxed{2.44\ g}$$

∴ الكتلة المكافئة الجرامية للكلور (Cl) = $\frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{عدد شحنات أيون العنصر Z}} = \frac{35.5}{1} = 35.5\ g$

$$96500\ C \longrightarrow 35.5\ g$$
$$4825\ C \longrightarrow X\ g$$

$$\therefore X = \frac{4825 \times 35.5}{96500} = \boxed{1.775\ g}$$

مثـال (8)

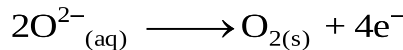
احسب الزمن بالدقائق اللازم لترسيب **3.175g** من النحاس عند مرور تيار كهربي شدته **5A** في محلول كبريتات النحاس، علماً بأن تفاعل الكاثود : $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$ **[Cu = 63.5]**

أجب بنفسك **(32.17 min)**

مثـال (9)

احسب حجم غاز الأكسجين الناتج عن مرور كمية من الكهرباء مقدارها 5 F في إلكتروليت في معدل الضغط ودرجة الحرارة [O=16]

الحل


$$2O^{2-}_{(aq)} \longrightarrow O_{2(s)} + 4e^-$$

كمية الكهربية اللازمة لفصل 1 مول (O_2) = الفاراداي (F) × عدد مولات الإلكترونات

$$= 4 \times 1 = 4\ F$$

$$1\ mol\ (O_2) = 22.4\ L \longrightarrow 4\ F$$
$$X\ L \longrightarrow 5\ F$$

$$\therefore X = \frac{5 \times 22.4}{4} = \boxed{28\ L}$$

تطبيقات على التحليل الكهربي

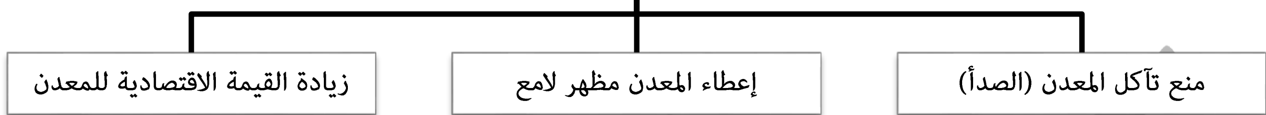


(1) الطــلاء بالكهربــاء :

الطلاء بالكهرباء :

عملية تكوين طبقة رقيقة من فلز معين على سطح فلز آخر لإعطائه مظهراً جميلاً و لامعاً أو لحمايته من التآكل.

أهمية الطلاء بالكهرباء



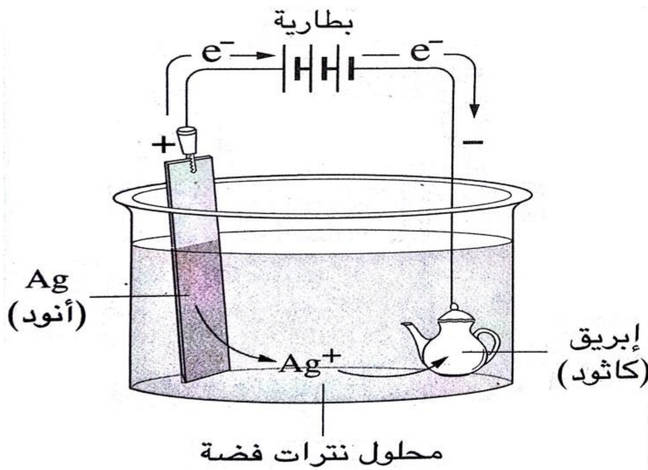
أمثلة لعملية الطلاء :

1) طلاء بعض أجزاء السيارات المصنوعة من الصلب بطبقة من الكروم ... **علل** ؟
لتأخذ شكلاً جمالياً وأيضاً لحمايتها من التآكل.

2) طلاء بعض الأدوات الصحية مثل الصنابير والخلاطات والمعادن الرخيصة بالكروم أو الذهب أو الفضة ...
علل ؟ لإعطائها شكلاً جمالياً وحمايتها من التآكل ورفع قيمتها الاقتصادية.

تجربــة عمليــة لطلاء ابريق بطبقــة مــن الفضــة :

الخطوات :



(١) نظف سطح ابريق جيداً.

(٢) اغمس الابريق بعد تنظيفه في محلول إلكتروليتي يحتوي على أيونات الفضة (نترات الفضة مثلاً) ويوصل بالقطب السالب (الكاثود).

(٣) ضع في المحلول قطب من الفضة ويوصل بالقطب الموجب (الأنود).

(٤) **عند الأنود** : يذوب قطب الفضة في المحلول

$$Ag^{\circ}_{(s)} \xrightarrow{\text{Oxidation}} Ag^{+}_{(aq)} + e^{-}$$

(٥) **عند الكاثود** : تُختزل أيونات الفضة على الملعقة

$$Ag^{+}_{(aq)} + e^{-} \xrightarrow{\text{Reduction}} Ag^{\circ}_{(s)}$$

ملاحظات هامة على عمليات التحليل الكهربي

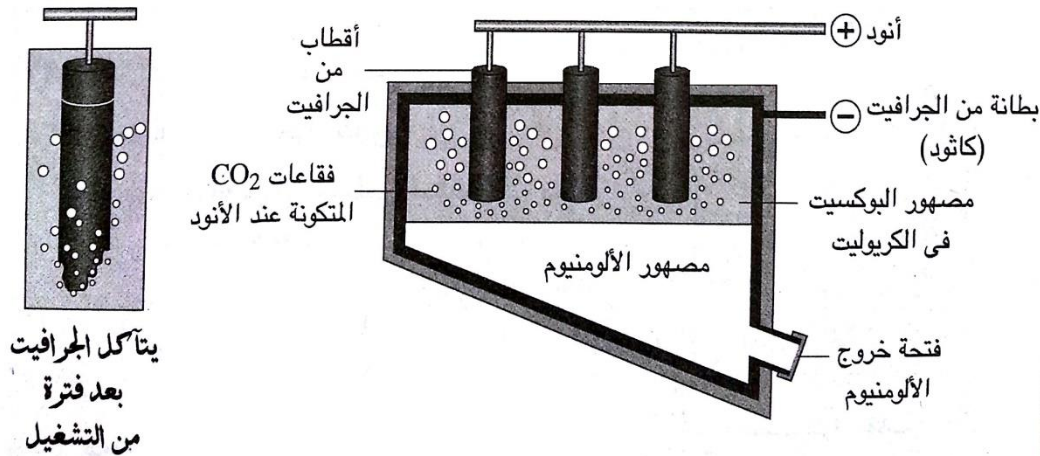
- ➢ يحدث صراع عند الأقطاب بين الأيونات على عمليتي الأكسدة والاختزال.
- ➢ عند الأنود يتأكسد الأعلى في جهد الأكسدة وعند الكاثود يختزل الأعلى في جهد الاختزال.
- ➢ **في المثال السابق :**
  – **عند الأنود :** جهد أكسدة فلز الفضة أعلى من جهد أكسدة أيونات النترات (NO_3^-) أو أيونات هيدروكسيد الماء (OH^-) فيتم أكسدة فلز الفضة.
  – **عند الكاثود :** جهد اختزال أيونات الفضة (Ag^+) أعلى من جهد اختزال أيونات هيدروجين الماء (H^+) فيتم اختزال أيونات الفضة.

(٢) استخلاص الألومنيوم

يستخلص الألومنيوم كهربياً من خام البوكسيت (Al_2O_3) المذاب في مصهور الكريوليت (Na_3AlF_6) وقليل من الفلورسبار (CaF_2) لخفض درجة انصهار البوكسيت من **2045°C** إلى **950°C**

حديثاً يستعاض عن الكريوليت باستخدام مخلوط من أملاح فلوريدات كل من: الصوديوم والألومنيوم والكالسيوم (CaF_2 - AlF_3 - NaF) ... علل ؟

يعطى المخلوط مع البوكسيت مصهور يتميز بانخفاض درجة انصهاره ليوفر الطاقة وانخفاض كثافته، ليُسهل فصل الألومنيوم المُنصهر والذي يكون راسباً في قاع خلية التحليل الكهربي.



المكونات :

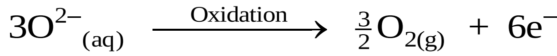
① **المصعد (الأنود) [القطب الموجب]:** عبارة عن أسطوانات من الكربون (الجرافيت)

② **المهبط (الكاثود) [القطب السالب]:** جسم إناء الخلية المصنوع من الحديد والمبطن بطبقة من الكربون (الجرافيت)

③ **الإلكتروليت:** عبارة عن البوكسيت المنصهر والمذاب في الكريوليت المحتوي على القليل من الفلورسبار، وحديثاً تم الاستعاضة عنه بأملاح فلوريدات كل من الكالسيوم والصوديوم والألمونيوم.

التفاعلات الحادثة في الخلية :

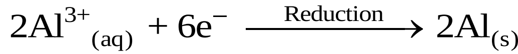
① يتأين البوكسيت بفعل الحرارة تبعاً للمعادلة التالية :



$$Al_2O_{3(s)} \longrightarrow 2Al^{3+}_{(aq)} + 3O^{2-}_{(aq)}$$

② عند مرور التيار الكهربي بين قطبي الخلية تتجه الأيونات نحو الأقطاب المخالفة وتحدث تفاعلات الأكسدة والاختزال :

عند الأنود : يحدث أكسدة لأيونات الأكسچين.

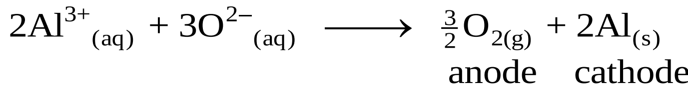


$$3O^{2-}_{(aq)} \xrightarrow{\text{Oxidation}} \tfrac{3}{2}O_{2(g)} + 6e^-$$

عند الكاثود : يحدث اختزال لأيونات الألومنيوم وتُسحب من خلال فتحة خاصة بذلك.

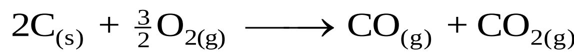
$$2Al^{3+}_{(aq)} + 6e^- \xrightarrow{\text{Reduction}} 2Al_{(s)}$$

التفاعل الكلي :



$$2Al^{3+}_{(aq)} + 3O^{2-}_{(aq)} \longrightarrow \underset{\text{anode}}{\tfrac{3}{2}O_{2(g)}} + \underset{\text{cathode}}{2Al_{(s)}}$$

يلزم تغيير أقطاب الجرافيت باستمرار ... **علل ؟** لتفاعل الأكسجين المتصاعد عند مع أقطاب الكربون مكوناً غازات أول وثاني أكسيد الكربون مما يؤدي إلى تآكل أقطاب الجرافيت.

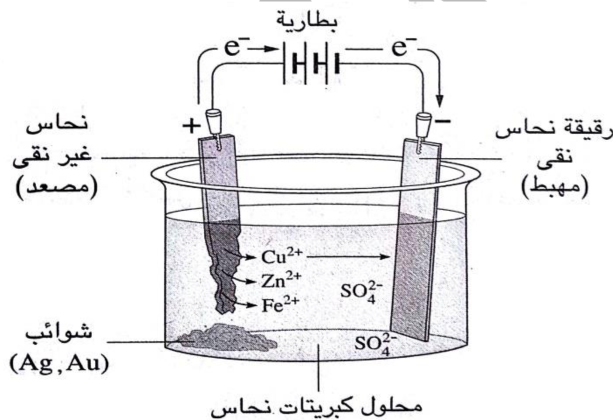


$$2C_{(s)} + \tfrac{3}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{(g)} + CO_{2(g)}$$

٣ تنقية المعادن:

تكون درجة نقاوة المعادن التي يتم تحضيرها في الصناعة أقل من درجة نقاوتها المطلوبة لبعض الاستخدامات المعينة، وبالتالي تقلل من كفاءتها.

مثال : النحاس الذي نقاوته **99%** يحتوي على شوائب الخارصين والحديد والفضة والذهب والتي تقلل من قابلية النحاس للتوصيل للكهرباء وأيضاً من جودته لذلك تستخدم طريقة التحليل الكهربي لتنقية النحاس للحصول على نحاس نقى **99.95%** الذي يراد استعماله في صناعة الاسلاك الكهربائية.



المكونات :

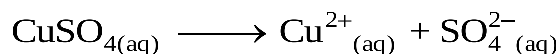
① **المصعد (الأنود) [القطب الموجب] :** فلز النحاس (Cu°) غير النقي.

② **المهبط (الكاثود) [القطب السالب] :** سلك أو رقائق النحاس النقي 100%

③ **الإلكتروليت :** محلول مائي من كبريتات النحاس

التفاعلات الحادثة في الخلية :

① تتفكك جزيئات محلول كبريتات النحاس في الماء إلى أيونات النحاس (Cu^{2+}) وأيونات الكبريتات (SO_4^{2-})

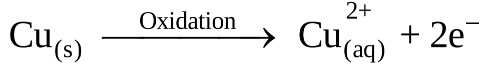


$$CuSO_{4(aq)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

② عند مرور التيار الكهربي من البطارية الخارجية عند جهد يزيد عن الجهد القياسي لنصف خلية النحاس، تتجه الأيونات نحو الأقطاب المخالفة في الشحنة.

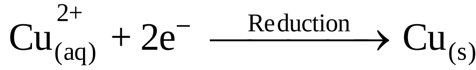
عند المصعد (الأنود) [القطب الموجب]:

يذوب النحاس (يتأكسد) ويتحول إلى أيونات النحاس (Cu^{2+}) في المحلول.



$$Cu_{(s)} \xrightarrow{\text{Oxidation}} Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

عند المهبط (الكاثود) [القطب السالب] : تحدث عملية اختزال لأيونات النحاس التي تترسب على الكاثود

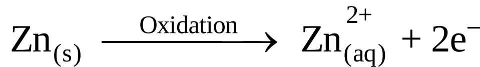


$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \xrightarrow{\text{Reduction}} Cu_{(s)}$$

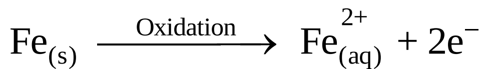
أي أن **النتيجة النهائية :** انتقال النحاس من الأنود إلى الكاثود ونحصل على نحاس نقاوته 99.95%

أما الشوائب الموجودة في المصعد (الأنود) فهي نوعان :

① **شوائب الخارصين والحديد :** تذوب (تتأكسد) في المحلول وتتحول إلى أيونات الخارصين (Zn^{2+}) وأيونات الحديد (Fe^{2+}) ولكنها لا تترسب على الكاثود ... **علل ؟** لصعوبة اختزالها بالنسبة لأيونات النحاس.



$$Zn_{(s)} \xrightarrow{\text{Oxidation}} Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$



$$Fe_{(s)} \xrightarrow{\text{Oxidation}} Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

② شوائب الذهب والفضة لا تذوب (تتساقط تحت الأنود) وتزال في قاع الخلية ... **علل ؟**

لصعوبة أكسدتها بالنسبة لأيونات النحاس.

أهمية تنقية النحاس :

① الحصول على نحاس نقاوته 99.95% جيد التوصيل للتيار الكهربي.

② استخلاص بعض المعادن النفيسة مثل الذهب والفضة من خامات النحاس.

تقــويم الـدرس الثاني : الخلايا التحليلية

العلامة 📖 تدل على كتاب المدرسة
العلامة 🗐 تدل على دليل التقويـم

1 اكتب المصطلح العلمي أو الاسم الدال على كل عبارة من العبارات الآتية :

(١) خلايا كهربية تُستخدم فيها الطاقة من مصدر خارجي لإحداث تفاعل أكسدة واختزال غير تلقائي الحدوث. (مصر ثان ٠٧ ، مصر أول ٠٨)

✻ خلايا يتم فيها فصل مكونات الإلكتروليت باستخدام طاقة كهربية من مصدر خارجي.

(٢) محاليل الأملاح والأحماض والقواعد أو مصاهير الأملاح الموصلة للتيار الكهربي.

(٣) 📖 المواد التي ينتقل فيها التيار الكهربي عن طريق حركة أيوناتها.

(٤) الموصلات التي ينتقل فيها التيار الكهربي عن طريق حركة الإلكترونات الحُرة.

(٥) 📖 الجسيمات المادية الغنية بالإلكترونات والموجودة في المصهور أو المحلول.

(٦) القطب الذي تحدث عنده تفاعلات الأكسدة في الخلايا الكهروكيميائية. (مصر أول – ح – ١٤)

✻ القطب الذي تحدث عنده تفاعلات الأكسدة في الخلايا الكهربية. (تجريبي ١٥)

(٧) القطب الذي تحدث عنده تفاعلات الأكسدة في الخلايا الجلفانية.

(٨) القطب الذي تحدث عنده تفاعلات الأكسدة في الخلايا التحليلية.

(٩) القطب الذي تحدث عنده تفاعلات الاختزال في الخلايا الكهروكيميائية.

(١٠) القطب الذي تحدث عنده تفاعلات الاختزال في الخلايا الجلفانية.

(١١) القطب الذي تحدث عنده تفاعلات الاختزال في الخلايا التحليلية.

(١٢) مجموع جهدي الأكسدة والاختزال لنصفي الخلية.

(١٣) عملية فصل مكونات إلكتروليت باستخدام مصدر خارجي للتيار الكهربي المُستمر.

(١٤) تتناسب كتل المواد المتكونة أو المستهلكة أو المتصاعدة عند الأقطاب سواء كانت غازية أو صلبة طردياً مع كمية الكهرباء التي تمر في المحلول الإلكتروليتي. (مصر ثان ٠٦ ، السودان أول – ح – ١٥)

(١٥) كمية المواد المختلفة المتكونة أو المستهلكة بمرور نفس كمية التيار الكهربي تتناسب مع أوزانها المكافئ. (مصر أول ٩٧)

✻ كتلة المواد المختلفة المتكونة أو المستهلكة بمرور نفس كمية الكهرباء تتناسب مع كتلتها المكافئة. (مصر أول ٠٧)

(١٦) كتلة المادة التي لها القدرة على فقد أو اكتساب واحد مول من الإلكترونات أثناء التفاعل الكيميائي.

(١٧) العالم الذي أوضح أن مرور 96500 C خلال إلكتروليت يؤدي إلى ذوبان أو تصاعد أو ترسيب كتلة مكافئة جرامية من المادة عند أحد الأقطاب. (مصر ثان ٠٨ ، مصر ثان ١٠)

(١٨) 🗐 حاصل ضرب شدة التيار بالأمبير في الزمن بالثانية. (مصر أول – ح – ١٤)

(١٩) حاصل ضرب وحدة شدة التيار في وحدة الزمن. (مصر أول – ح – ١٥)

(٢٠) كمية التيار الكهربي اللازمة لترسيب أو إذابة أو تصاعد الكتلة المكافئة الجرامية لأي عنصر.

✻ كمية الكهرباء اللازمة لترسيب كتلة مكافئة جرامية من المادة. (مصر ثان ٠٩ ، مصر ثان ١٢)

(٢١) كمية الكهرباء اللازمة لترسيب 1.118 mg فضة (مصر أول ٠٦، السودان أول ٠٨)

✻ كمية الكهرباء التي تنتج عند إمرار تيار كهربي شدته واحد أمبير خلال موصل في الثانية الواحدة (مصر أول ٠٢)

(٢٢) كمية الكهرباء اللازمة لترسيب 1.118 mg فضة في الثانية الواحدة.

(٢٣) عند مرور 1F في محلول إلكتروليتي، فإن ذلك يؤدي إلى ذوبان أو ترسيب أو تصاعد كتلة مكافئة جرامية من المادة عند أحد الأقطاب.

(٢٤) عملية تكوين طبقة رقيقة من فلز على سطح فلز آخر لحمايته من التآكل أو لإكسابه مظهراً لامعاً.

---

٢ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

(١) 📖 المواد التي توصل التيار عن طريق حركة أيوناتها هي موصلات ....

(أ) معدنية (ب) إلكتروليتية (جـ) إلكترونية (د) تساهمية

(٢) 📖 الجسيمات المادية المتحركة في المصهور أو المحلول والغنية بالإلكترونات هي ....

(أ) الأيونات الموجبة (ب) الأيونات السالبة (جـ) الجزيئات (د) الذرات

(٣) العالِم الذي استنبط العلاقة بين كمية الكهرباء وكمية المادة المترسبة عند الأقطاب هو ....

(أ) دالتون (ب) جلفاني (جـ) فاراداي (د) فولتا

(٤) 📖 عند مرور كمية من الكهرباء في عدة خلايا إلكتروليتية متصلة على التوالي فإن كتل العناصر المتكونة عند الأقطاب تتناسب مع ....

(أ) أعدادها الذرية (ب) كتلتها الذرية (جـ) كتلتها المكافئة (د) تكافؤها

(٥) عند مرور واحد فاراداى خلال إلكتروليت فإن ذلك يؤدى إلى ذوبان أو تصاعد أو ترسيب .... للمادة عند أحد الأقطاب. (مصر ثان ٩٦)

(أ) الكتلة الذرية الجرامية (ب) الكتلة المكافئة الجرامية

(جـ) كتلة عدد أفوجادرو (د) نصف الكتلة المكافئة الجرامية

(٦) كمية التيار الكهربى اللازمة لترسيب g/atom من النحاس بناء على التفاعل الآتي تساوي ....

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$$ (مصر أول ٩٨)

(أ) 1 F (ب) $\frac{1}{2}$ F (جـ) 2 F (د) 4 F

(٧) كمية التيار الكهربى اللازمة لترسيب g/atom من الألومنيوم بناء على التفاعل التالى $Al^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Al_{(s)}$ تساوى .... (مصر ثان ٩٩)

(أ) $\frac{1}{2}$ F (ب) 1 F (جـ) 3 F (د) 2 F

(٨) لترسيب جرام / ذرة من فلز ثلاثى التكافؤ يلزم امرار كمية من الكهرباء فى محلول أحد أملاحه مقدارها .... (مصر أول ٠١)

(أ) 9650 كولوم (ب) 96500 كولوم (جـ) 189000 كولوم (د) 289500 كولوم

(٩) لترسيب 9g من الألومنيوم $^{27}_{13}Al$ بالتحليل الكهربى لمحلول كلوريد الألومنيوم $AlCl_3$ يلزم كمية من الكهربية تساوى .... (مصر ثان ٩٧)

(أ) 1 F (ب) 2 F (جـ) 5 F (د) 3 F

(١٠) لترسيب 18g من الألومنيوم $^{27}_{13}Al$ بالتحليل الكهربى لمحلول كلوريد الألومنيوم تحتاج لكمية من الكهربية تساوى .... (مصر أول ٩٥)

(أ) $\frac{1}{2}$ F (ب) 1 F (جـ) 2 F (د) 3 F

(١١) لترسيب 4g من فلز الكالسيوم (Ca = 40) نتيجة تحليل مصهور كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ كهربياً يلزم كمية من الكهربية مقدارها .... (مصر أول ٩٧)

(أ) 96500 C (ب) 965 C (جـ) 193 C (د) 19300 C

(١٢) كتلة عنصر الكالسيوم (Ca = 40) الناتجة من التحلل الكهربى لمصهور كلوريد الكالسيوم بامرار 48250 كولوم تساوى .... (مصر أول ٠٢)

(أ) 40g (ب) 20g (جـ) 10g (د) 50g

(١٣) لترسيب 32.5 g من الخارصين بالتحليل الكهربي لمحلول كلوريد الخارصين تلزم كمية من الكهرباء مقدارها .... [Zn=65] (مصر أول ٩٣ ، مصر أول ١٠)

(أ) 0.2 F (ب) $\frac{1}{2}$ F (جـ) 1 F (د) 2 F

(١٤) عند طلاء معلقة من النحاس بطبقة من الفضة يستخدم .... (مصر ثان ٠١)

(أ) كاثود من الفضة فى محلول كبريتات النحاس.

(ب) أنود من الفضة فى محلول نيترات الفضة.

(جـ) كاثود من الفضة فى محلول نيترات الفضة.

(د) أنود من الفضة في محلول كبريتات النحاس

(١٥) يحضر الألومنيوم عن طريق .... (مصر ثان ٠١)

(أ) اختزال Al_2O_3 بواسطة فحم الكوك (ب) اختزال Al_2O_3 بواسطة الكروم

(جـ) تسخين Al_2O_3 مع الكريوليت.

(د) التحليل الكهربي لـ Al_2O_3 المذاب في Na_3AlF_6

(١٦) عند التحليل الكهربي لمحلول مائي من كبريتات النحاس عند تنقية النحاس فإن ....

(أ) ذرات نحاس الأنود تتأكسد وتتحول إلى أيونات (ب) يترسب النحاس عند الكاثود

(جـ) تتأكسد شوائب الحديد والخارصين ولا تترسب على الكاثود (د) جميع ما سبق

(١٧) تسمى عملية تغطية سطح الحديد بالجلفنة ويعبر عنها بالتفاعل ....



(أ) $Zn^{++}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Zn_{(s)}$ (ب) $Fe^{++}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Fe_{(s)}$



(جـ) $Fe_{(s)} \longrightarrow Fe^{++}_{(aq)} + 2e^-$ (د) $Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{++}_{(aq)} + 2e^-$

٣ علل لما يأتي :

(١) الأنود هو القطب الموجب والكاثود هو القطب السالب في الخلايا التحليلية.

(٢) أهمية الطلاء بالكهرباء في حياتنا اليومية.

* طلاء بعض أجزاء السيارات المصنوعة من الصلب بطبقة من الكروم.
* طلاء بعض الأدوات الصحية مثل الصنابير والخلاطات والمعادن الرخيصة بالكروم أو الذهب أو الفضة

(٣) الكتلة المكافئة الجرامية للصوديوم تساوي كتلته المولية، بينما الكتلة المكافئة الجرامية للماغنسيوم تساوي نصف كتلته المولية.

(٤) استخدام مخلوط من أملاح فلوريدات كل من الألومنيوم والصوديوم والكالسيوم بدلاً من الكريوليت المحتوى على قليل من الفلورسبار عند استخلاص الألومنيوم من البوكسيت (مصر أول ٠٦)

(٥) يمكن الحصول على غاز الكلور بالتحليل الكهربي للمحاليل المائية التي تحتوي على أيون الكلوريد

(٦) في الخلية التحليلية تكون إشارة الجهد الكهربي لها سالبة.

(٧) يجب تنقية النحاس الذي نقاوته 99%

(٨) لا تتأكسد ذرات الذهب والفضة الموجودة كشوائب في أنود خلية تنقية فلز النحاس بالتحليل الكهربي.

(٩) لا تترسب ذرات الخارصين والحديد على الكاثود في خلية تنقية فلز النحاس بالتحليل الكهربي.

---

٤ مسائل متنوعة :

حساب كمية الكهربية

(١) احسب كمية الكهربية مقدرة بالكولوم لفصل 2.8g من الحديد $^{56}_{26}Fe$ من كلوريد الحديد (II) علماً بأن تفاعل الكاثود هو: $Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Fe^\circ_{(s)}$ (مصر أول ٩٥)

(9650 C)

---

(٢) احسب كمية الكهربية بالكولوم اللازمة لفصل 5.6g من الحديد $^{55.8}_{26}Fe$ من محلول كلوريد الحديد (III) عندما يكون تفاعل الكاثود $Fe^{3+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Fe^\circ_{(s)}$ (مصر أول ٩٦)

(29053.76 C)

---

(٣) احسب كمية الكهرباء اللازمة للحصول على **3175g** نحاس بالتحليل الكهربي لمحلول كبريتات النحاس **(II)** باستخدام أنود (مصعد) من النحاس غير النقي. **(Cu=63.5)**

علماً بأن تفاعل الكاثود هو : $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu^\circ_{(s)}$

(9650000 C)

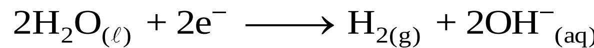
---

(٤) احسب كمية التيار – مقدرة بالكولوم – اللازمة لفصل 11.2 g من الحديد من محلول كلوريد الحديد III ، علماً بأن تفاعل الكاثود : $Fe^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Fe^\circ_{(s)}$ **[Fe = 55.86]** (مصر أول ١٢)

(58045.1 C)

---

(٥) احسب كمية الكهربية بالكولوم اللازمة لتصاعد 1.12L من غاز الهيدروچين عند التحليل الكهربي للماء إذا علمت أن التفاعل الحادث عند الكاثود هو : (السودان أول ٠٩)



$$2H_2O_{(\ell)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$$

(9650 C)

---

(٦) احسب عدد الفارادات اللازم لترسيب **21.6g** من الفضة على سطح ملعقة أثناء عملية الطلاء بالكهرباء ، التفاعل عند الكاثود: $Ag^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow Ag^\circ_{(s)}$ **[Ag = 108]** (مصر ثان ٠٦)

(0.02 F)

---

(٧) احسب عدد الفاراداي اللازم لترسيب **10.8g** من الفضة على سطح ملعقة خلال عملية الطلاء بالكهرباء ، التفاعل عند الكاثود : $Ag^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow Ag_{(s)}$ **[Ag = 108]** (السودان أول ٠٧)

(0.1 F)

---

(٨) ما عدد الفارادات اللازم لترسيب **g/atom** من النحاس بناء على التفاعل عند الكاثود :



$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$ (مصر ثان ٠٧)

(2 F)

---

(٩) 🕮 احسب عدد الفاراداي اللازم لترسيب **g/atom** من الألومنيوم عند التحليل الكهربي لمصهور البوكسيت $[Al_2O_3]$ **[Al = 27]**

(3 F)

---

(١٠) 🕮 احسب عدد الفاراداي اللازم لترسيب **10g** من الفضة على سطح شوكة خلال عملية الطلاء بالكهرباء. **[Ag = 108]**

(0.093 F)

---

(١١) احسب عدد الفاراداي اللازم لترسيب **130g** من الفضة عند الكاثود خلال عملية الطلاء بالكهرباء **[Ag = 108]**

(1.2 F)

حساب الكتلة

(١٢) احسب كتلة الخارصين المترسبة عند الكاثود عند مرور تيار كهربى شدته **20A** لمدة $\frac{1}{4}$ **hour** في محلول كبريتات خارصين **(Zn = 65)** (مصر ثان ٩٨)

(6.06 g)

---

(١٣) احسب كتلة النحاس المترسبة من إمرار تيار كهربى شدته 10A لمدة $\frac{1}{2}$ hour فى محلول كبريتات النحاس (II) **[Cu = 63.5]** (مصر ثان ٩٩ ، السودان أول ١٠)

(5.92 g)

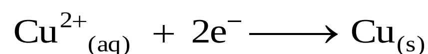
---

(١٤) احسب كتلة الفضة المترسبة من إمرار تيار كهربي شدته **2A** لمدة **1 hour** في محلول نترات الفضة علماً بأن تفاعل الكاثود هو : $Ag^{+}_{(aq)} + e^{-} \longrightarrow Ag_{(s)}$ **[Ag = 108]**

(8.05g)

---

(١٥) احسب كتلة النحاس المترسبة باختزال أيونات النحاس (II) من خلال إمرار تيار كهربي شدته 2.5A في محلول كلوريد النحاس (II) لمدة 45min علماً بأن تفاعل الكاثود هو :



$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Cu_{(s)}$ **[Cu = 63.5]**

(2.22 g)

---

(١٦) احسب كتلة الفضة المترسبة عند إمرار تيار كهربي شدته 10A فى محلول نترات فضة لمدة $\frac{1}{2}$ hour بين قطبى من الفضة. (مصر أول ٠٣)

اكتب معادلة تفاعل الكاثود **[Ag = 108]**

(20.15 g)

---

(١٧) 🕮 احسب كتلة الكالسيوم المترسبة عند الكاثود نتيجة مرور كمية من الكهرباء مقدارها 9650 C في مصهور كلوريد الكالسيوم **[Ca = 40]**

(2 g)

---

(١٨) بالتحليل الكهربى لمحلول يوديد البوتاسيوم يتصاعد غاز الهيدروجين وأبخرة اليود، فإذا كان زمن مرور التيار الكهربى نصف ساعة وشدة التيار الكهربى 5A **[I = 127, H = 1]** (مصر ثان ٠٢)

(أ) احسب كتلة كل من اليود والهيدروجين المتصاعد. **(0.093 g - 11.845 g)**

(ب) اكتب التفاعلات التى تحدث عند الأقطاب.

حساب الزمن

(١٩) احسب الزمن اللازم لترسيب 9g من فلز الألومنيوم عند مرور تيار كهربى شدته 10A فى خلية تحليل تحتوى على أكسيد ألومنيوم إذا علمت أن $^{27}_{13}Al$ والتفاعل عند الكاثود. (مصر أول ٩٩)

$$Al^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Al_{(s)}$$

(9650 s)

---

(٢٠) احسب الزمن اللازم لترسيب 2.96g من النحاس من محلول كبريتات النحاس (II) عند مرور تيار كهربى شدته 10A؟ **[Cu = 63.5]** (السودان ثان ٠٧)

(900 s)

---

(٢١) كم دقيقة تلزم لترسيب 3.175g من النحاس من محلول كبريتات النحاس (II) عند مرور تيار كهربى شدته 10A ؟ **[Cu = 63.5]** (مصر أول ٠٦)

(16.08 min)

---

(٢٢) 🕮 كم دقيقة تلزم لحدوث ما يلي : (مصر ثان ١٠)

(أ) إنتاج 10500C من تيار شدته 25A **(7 min)**

(ب) ترسيب 21.9g من الفضة من محلول نيترات الفضة بمرور تيار شدته 10A **[Ag=108]**

(32.6 min)

---

(٢٣) ينتج فلز الألومنيوم بالتحليل الكهربى لمصهور أكسيد الألومنيوم ، احسب الزمن اللازم لترسيب 18g من الألومنيوم عند مرور تيار كهربى شدته 20A علماً بأن تفاعل الاختزال عند الكاثود هو: **[Al = 27]** (مصر أول ٠٤)

$$Al^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Al_{(s)}$$

(9650 s)

حساب شدة التيار

(٢٤) احسب شدة التيار الكهربي اللازمة لمرور 0.18 F من الكهربية خلال محلول إلكتروليتي لمدة 0.5 hour (مصر ثان ٠٠)

(9.65 A)

---

(٢٥) احسب شدة التيار الكهربي الناتجة عن إمرار كمية من الكهرباء مقدارها 3.7 F خلال محلول إلكتروليتي في زمن قدره 40 min (مصر أول ٠٨)

---

(٢٦) عند إمرار تيار كهربي لمدة ساعتين في محلول كلوريد الحديد II ترسب 5.6 g من الحديد، احسب شدة التيار المارة في الدائرة. **[Fe = 56]** (الأزهر ٩٧)

حساب الكتلة المكافئة

(٢٧) أمر تيار شدته 7A في محلول نترات أحد العناصر لفترة زمنية قدرها 4min ، فإذا كانت كتلة الكاثود قبل مرور التيار الكهربي 12g وأصبحت بعد مرور التيار الكهربي 13.88g ، احسب الكتلة المكافئة الجرامية لهذا العنصر. (مصر ثان ٠٤)

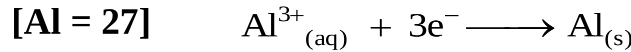
(108 g)

حساب الكتلة المولية

(٢٨) يلزم مرور تيار كهربي شدته 2.5A لمدة 74.6 s في محلول يحتوي على أيونات M^{2+} لترسيب 0.1086 g من العنصر M ، احسب الكتلة المولية للعنصر M

حساب عدد المولات

(٢٩) ينتج فلز الألومنيوم بالتحليل الكهربي لمصهور أكسيد الألومنيوم ، احسب عدد مولات فلز الألومنيوم الناتجة من مرور تيار كهربي شدته 9.65A لمدة 5min ، علماً بأن معادلة تفاعل الكاثود هي :



$Al^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Al_{(s)}$ **[Al = 27]** (مصر أول ٠٩)

(0.01 mol)

حساب الحجم

(٣٠) احسب حجم غاز الكلور المتصاعد فى معدل الضغط ودرجة الحرارة عند إمرار تيار كهربى شدته **10A** في الفترات التالية : **[Cl = 35.45]**

(أ) 0.5 hour أثناء عملية التحليل الكهربي لمحلول كلوريد الصوديوم. (السودان أول ١١)

(ب) 20 min أثناء عملية التحليل الكهربي لمحلول كلوريد الصوديوم. (مصر أول ٠٧)

(2.089L - 1.39L)

القانون الثاني لفاراداي

(٣١) أمرت كمية كهرباء واحدة في خليتين تحليليتين متصلتين على التوالي فكانت كتلة النحاس المترسبة في الخلية الأولى 0.08g وفي الخلية الثانية 0.16g ، فإذا كان رمز أيون النحاس في الخلية الأولى (Cu^{++}) ، وضح رمز أيون النحاس في الخلية الثانية. **(Cu^{+})**

---

(٣٢) تم توصيل خليتي تحليل كهربي على التوالي ، تحتوي الأولى على محلول كبريتات النحاس (II) ، والثانية على محلول كبريتات الكروم (III) ، فإذا كانت كمية النحاس المترسبة على كاثود الخلية الأولى 0.125 mol فما عدد مولات الكروم التي تترسب في الخلية الثانية في نفس الوقت ؟

(0.083 mol)

حسابات متنوعة

(٣٣) أجريت عملية طلاء لشريحة من النحاس مساحتها $100cm^2$ بإمرار كمية من الكهرباء مقدارها 0.5F في محلول مائي من كلوريد الذهب (III) (الطلاء لوجه واحد فقط)، علماً بأن الكتلة الذرية للذهب 196.98 وكثافته $13.2\ g/cm^3$

(أ) احسب حجم طبقة الذهب المترسبة. (مصر أول ١٤)

(2.48 cm^3)

(ب) احسب سُمك طبقة الذهب المترسبة. (0.0248 cm)

(جـ) اكتب تفاعل الكاثود. (مصر أول ١٤)

---

(٣٤) في عملية التحليل الكهربي لمحلول كلوريد الصوديوم بامرار تيار كهربي شدته 2A لمدة نصف ساعة (السودان أول ١٤)

(أ) احسب حجم غاز الكلور المتصاعد في معدل الضغط ودرجة الحرارةعلماً بأن الكتلة الذرية للكلور 35.45 (0.417L)

(ب) إذا لزم $20cm^3$ من حمض (HCl) 0.2M لمعايرة $10cm^3$ من المحلول بعد عملية التحليل الكهربي ، ما هي كتلة هيدروكسيد الصوديوم المتكون إذا كان حجم المحلول هو نصف لتر

[Na=23 , O=16 , H=1] (8g)

---

(٣٥) عند امرار تيار شدته 6A لمدة 16min في مصهور أحد أكاسيد الكروم ترسب 1.04g من الكروم عند الكاثود. **[Cr=52 , O=16]**

(أ) أوجد صيغة أكسيد الكروم. (Cr_2O_3)

(ب) احسب كتلة وحجم غاز الأكسچين الناتج من عملية التحليل الكهربي. (0.478g - 0.334L)

---

(٣٦) عند امرار تيار كهربي شدته 2A لمدة 2.3min في 0.25L من محلول نترات الفضة تترسب جميع أيونات الفضة الموجودة في المحلول على الكاثود.

احسب تركيز محلول نيترات الفضة قبل اجراء عملية التحليل الكهربي. **[Ag=108]**

(0.011 M)

---

٥ اذكر أهمية أو استخدام كل من :

(١) التحليل الكهربي.
(٢) الطلاء بالكهرباء.
(٣) الخلية التحليلية.
(٤) الكريوليت.
(٥) مخلوط أملاح فلوريدات (Ca , Na , Al) (مصر ثان ٠٩ ، السودان ثان ٠٧ ، السودان أول ١٠)
✻ الفلورسبار عند استخلاص فلز الألومنيوم من خاماته. (تجريبي ١٥)
(٦) الكريوليت المحتوي على القليل من الفلورسبار (مصر أول ٠٨)
(٧) تنقية فلز النحاس من الشوائب.

---

٦ ما المقصود بكل من :

(١) الخلايا الإلكتروليتية. (مصر أول ٠٦)
(٢) الخلايا التحليلية.
(٣) الكتلة المكافئة الجرامية.
(٤) القانون الثاني لفاراداي.
(٥) القانون الأول لفاراداي. (مصر ثان ٠٩ ، السودان أول ١٠)
(٦) الأمبير.
(٧) الكولوم.
(٨) الفاراداي.
(٩) القانون العام للتحليل الكهربي.
(١٠) الطلاء الكهربي.

---

٧ أسئلة متنوعة :

(١) اشرح الخطوات التي تتبع في تنقية فلز النحاس غير النقي باستخدام التحليل الكهربي.
(مصر أول ٩٨ ، تجريبي ١٤ ، مصر أول – ح – ١٥)

* 🕮 النحاس النقي **99%** يحتوي على نسبة من الشوائب، وضح كيف يمكن تنقيته من الشوائب للحصول على نحاس نقاوته **99.95%**

---

(٢) 🕮 كيف يمكنك الحصول على الذهب الخالص من سلك من النحاس يحتوي على شوائب من الذهب؟

---

(٣) إذا أعطيت ملعقة (أو إبريق) من الحديد، اشرح الخطوات التي تتبعها لطلائها كهربياً بالفضة
(مصر ثان ٩٦ ، السودان ثان ٠٧ ، السودان أول ٠٩ ، السودان أول ١٢ ، مصر ثان ١٢ ، مصر أول – ح – ١٤ ، السودان أول – ح – ١٤ ، تجريبي ١٤ ، السودان ثان – ق – ١٤ ، مصر أول – ق – ١٥)

---

(٤) ارسم رسماً تخطيطياً لجهاز استخلاص الألومنيوم من البوكسيت المذاب فى مصهور الكريوليت.
(السودان أول ٠٧)

---

(٥) اشرح مع الرسم كيفية تحضير فلز الألومنيوم في الصناعة ، مع كتابة المعادلات التي تحدث في الخلية ، ثم وضح لماذا استبدل أقطاب الجرافيت **(الأنود)** بعد فترة من الاستخدام.

---

(٦) اشرح مع الرسم كيف تحصل على النحاس من محلول كلوريد النحاس , اكتب المعادلات التي توضح تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تحدث عند كل من المصعد والمهبط وكذلك التفاعل الكلي.
وإذا كان جهد أكسدة الكلور = **1.36 V –** ، وإذا كان جهد اختزال النحاس = **0.34 V +**
احسب جهد الخلية ، وضح هل هذا التفاعل تلقائي أم غير تلقائي.

---

(٧) كيف يمكن تحقيق كل مما يأتي عملياً :
(أ) قانون فاراداي الأول. (مصر ثان ٠٩ ، مصر ثان – ح – ١٤)
(ب) قانون فاراداي الثاني. (مصر أول – ح – ١٤)

---

(٨) ما المقصود بكل من مع الرسم ... ؟ (مصر أول – ح – ١٤)
(أ) قطب الهيدروچين القياسي.
(ب) خلية التحليل الكهربي لاستخلاص الألومنيوم من البوكسيت.

---

(٩) اكتب المعادلات الكيميائية الدالة على :
(أ) تفاعل الأكسدة عند الأنود.
(ب) تفاعل الاختزال عند الكاثود.
(جـ) التفاعل الكلي.
(د) تفاعل الأكسجين المتصاعد عند أقطاب الكربون.

الباب التاسع الكيمياء العضوية

نبـذة تاريخيـة :

استخدم الإنسان في حياته منذ القدم كثيراً من المواد التي استخلصها من الحيوانات والنباتات مثل الدهون والزيوت والسكر والخل ، كما استخدم المصريون القدماء العقاقير في عمليات التحنيط والأصباغ ذات الألوان الثابتة التي مازالت ناصعة حتى الآن على معابدهم

١- نظرية القوى الحيوية (**برزيليوس**) **١٨٠٦م** :

"المركبات العضوية هي المركبات التي تتكون داخل خلايا الكائنات الحية بواسطة قوى حيوية ولا يمكن تحضير هذه المركبات في المختبرات"

* قسم **برزيليوس** المركبات إلى نوعين :

(أ) **المركبات العضوية :** هي المركبات التي تستخلص من أصل نباتي أو حيواني

(ب) **المركبات غير العضوية :** هي المركبات التي تأتي من مصادر معدنية من الأرض

٢- تحطيم نظرية القوى الحيوية (**فوهلر**) **١٨٢٨م** :

تمكن من تحضير اليوريا (البولينا) وهو **"مركب عضوي يتكون في بول الثديات"** في المختبر وذلك بتسخين محلول مائي لمرکبين غير عضويين هما كلوريد الأمونيوم وسيانات الفضة



$$NH_4Cl + AgCNO \longrightarrow AgCl + NH_4CNO$$



$$NH_4CNO \xrightarrow{\Delta} H_2N-CO-NH_2$$ اليوريا

ملحوظـة :

كانت هذه هي البداية التي انطلقت منها العلماء ليملئوا الدنيا بمركباتهم العضوية في شتى مناحي الحياة من عقاقير ومنظفات وأصباغ وبلاستيك وأسمدة ومبيدات حشرية ... إلخ

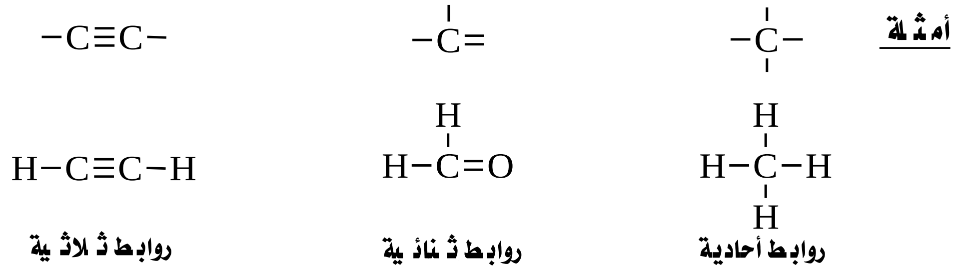
(علل) أصبحت المادة العضوية تعرف على أساس بنيتها التركيبية وليس على أساس مصدرها ؟

جـ : لأن معظم المركبات العضوية التي حضرت في المختبرات لا تتكون إطلاقاً داخل خلايا الكائنات الحية

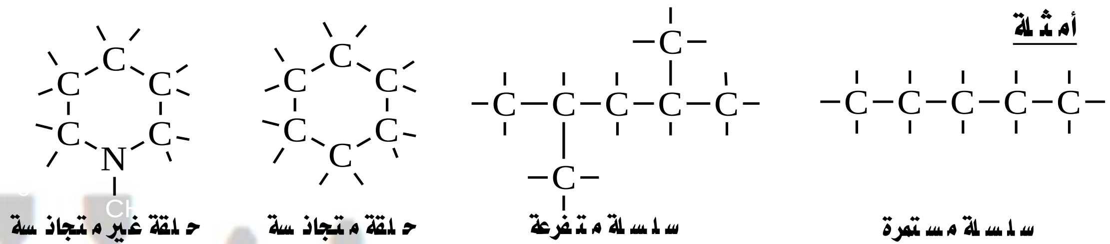
وجه المقارنة	علم الكيمياء العضوية	علم الكيمياء غير العضوية
التعريف	**" العلم الذي يهتم بدراسة مركبات عنصر الكربون (باستثناء أكاسيد الكربون وأملاح الكربونات والسيانيد)"**	**" العلم الذي يهتم بدراسة بقية العناصر المعروفة وعددها (١١١ عنصر) أو أكثر"**
العـدد	يتعدى العشرة ملايين مركب	لا يتعدى النصف مليون مركب

(علل) ما سبب وفرة المركبات العضوية ؟

جـ : (١) قدرة ذرات الكربون على الإرتباط مع نفسها أو مع غيرها بطرق عديدة فقد ترتبط بروابط أحادية أو ثنائية أو ثلاثية



(٢) قد ترتبط ذرات الكربون مع بعضها بطرق مختلفة إما على هيئة سلاسل مستمرة أو سلاسل متفرعة أو حلقات متجانسة أو حلقات غير متجانسة



وكان لابد للعلماء من تصنيف هذا الكم الهائل من المركبات العضوية بشكل منظم في مجموعات قليلة العدد نسبياً ووضعوا أسساً لتسميتها ، وسوف يتم دراستها بالتفصيل وسندرس أيضاً بعض التفاعلات الهامة ، وذلك حتى يتم تقديم فكرة عامة عن بعض الموضوعات في مجال الكيمياء العضوية وأهميتها في حياتنا

(س) قارن بين المركبات العضوية والمركبات غير العضوية ؟

جـ : نحضر بعض المواد العضوية الصلبة (**مثل:** شمع البرافين و النفثالين) والمواد السائلة (**مثل:** الكحول الإيثيلي والأسيتون والجلسرين) ، وبعض المواد غير العضوية الصلبة (**مثل:** ملح الطعام وكبريتات النحاس) والمواد السائلة (**مثل:** الماء) ونقارن بين خواصها في الجدول التالي :

م	وجه المقارنة	المركبات العضوية	المركبات غير العضوية
١	**التركيب الكيميائي**	يشترط أن تحتوي على الكربون	قد تحتوي على عناصر أخرى غير الكربون
٢	**الذوبان**	لا تذوب في الماء غالباً، وتذوب في المذيبات العضوية مثل البنزين	تذوب في المذيبات القطبية مثل الماء
٣	**درجة الإنصهار**	منخفضة	مرتفعة
٤	**درجة الغليان**	منخفضة	مرتفعة
٥	**الرائحة**	لها روائح مميزة غالباً	عديمة الرائحة غالباً
٦	**الإشتعال**	تشتعل وينتج دائماً H_2O , CO_2	غير قابلة للإشتعال غالباً
٧	**أنواع الروابط في الجزئ**	روابط تساهمية	روابط أيونية غالباً
٨	**التوصيل الكهربي**	مواد غير إلكتروليتية لا توصل التيار الكهربي	مواد إلكتروليتية توصل التيار الكهربي غالباً
٩	**سرعة التفاعلات**	**بطيئة؛** لأنها تتم بين الجزيئات	**سريعة؛** تتم بين الأيونات
١٠	**البلمرة أو التجمع**	تتميز بقدرتها على تكوين بوليمرات	لا توجد غالباً
١١	**المشابهة الجزيئية (الأيزوميرزم)**	توجد بين كثير من المركبات	لا توجد غالباً بين جزيئات مركباتها هذه الخاصية

علل لما يأتي :

(١) عند احتراق المركبات العضوية تشتعل وينتج دائماً بخار الماء وثاني أكسيد الكربون
(٢) المركبات العضوية لا توصل التيار الكهربي،والمركبات غير العضوية توصل التيار الكهربي غالباً
(٣) المركبات العضوية تفاعلاتها بطيئة بينما المركبات غير العضوية تفاعلاتها سريعة

الصيغة الجزيئية والصيغة البنائية للمركبات العضوية

الصيغة الجزيئية **"هي صيغة تبين نوع وعدد ذرات كل عنصر في المركب فقط، ولا تبين طريقة ارتباط الذرات مع بعضها في الجزيء"**

الصيغة البنائية **"هي صيغة تبين نوع وعدد ذرات كل عنصر في الجزيء وطريقة ارتباط الذرات مع بعضها بالروابط التساهمية"**

ملحوظــة :

عدد الروابط التساهمية حول الذرة تبين تكافؤها فكل رابطة تساهمية واحدة تمثل تكافؤ واحد ، ولكل عنصر يدخل في تركيب المركبات العضوية تكافؤ محدد وثابت

تكافؤ الكربون (C) = (٤) ، وتكافؤ النيتروجين (N) = (٣) ، وتكافؤ الأكسجين (O) = (٢) ، وتكافؤ الهيدروجين (H) = (١) ، تكافؤ الهالوجينات [الفلور (F) ، الكلور (Cl) ، البروم (Br) ، اليود (I) = (١)]

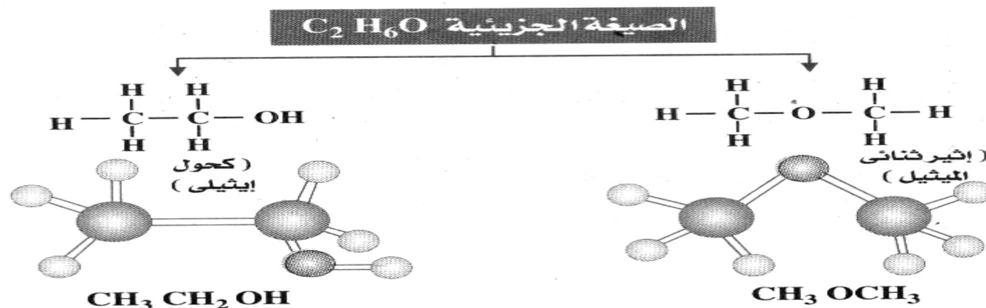
تـــدريب : **وضح الصيغة البنائية للمركبات الآتية** :

الصيغة الجزيئية	$C_2H_4Cl_2$	C_2H_4	C_2H_2	CH_4O
الصيغة البنائية	Cl−CH(H)−CH(H)−Cl (H H فوق، H H تحت)	H₂C=CH₂ (H H فوق، H H تحت)	H−C≡C−H	H−C(H)(H)−O−H

المشابهة الجزيئية (التشكل): "هي ظاهرة وجود عدة مركبات عضوية تختلف عن بعضها في الخواص الفيزيائية والكيميائية وبالتالي في الصيغة البنائية ولكنها تشترك في صيغة جزيئية واحدة"

مثال: الصيغة الجزيئية C_2H_6O التي تمثل مركبين مختلفين تماماً هما إثير ثنائي الميثيل والكحول الإيثيلي

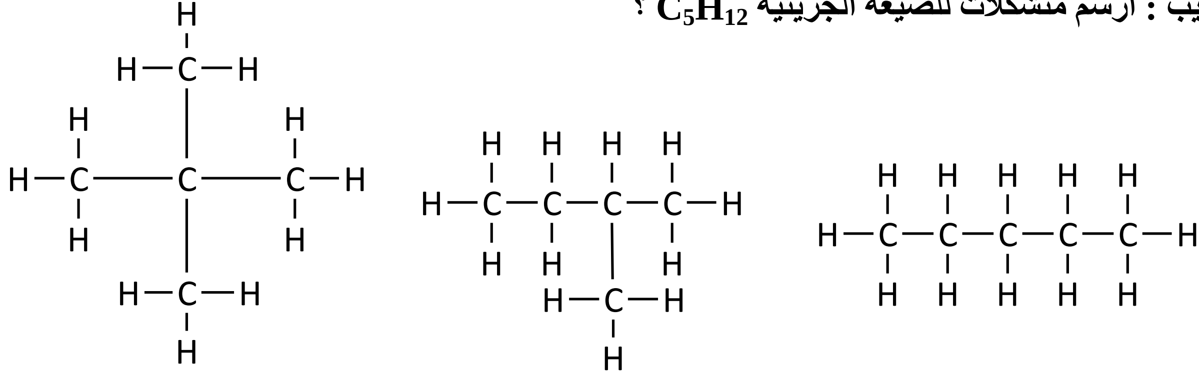
الخواص	إثير ثنائي الميثيل	الكحول الايثيلى
درجة الانصهار	- ١٣٨°م	- ١١٧,٣°م
درجة الغليان	- ٢٩,٤ °م	٧٨,٥ °م
التفاعل مع الصوديوم	لا يتفاعل	يتفاعل



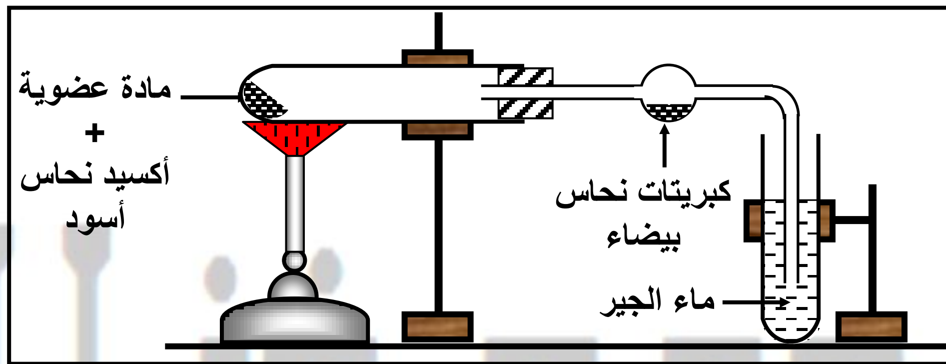
ملحوظــة :

قد تظهر الصيغة البنائية كما لو كان مُسطحاً ولكنه في الواقع جزيء مجسم تتجه ذراته في الأبعاد الفراغية الثلاثة، ولذلك يستخدم ***النماذج الجزيئية*** **"وهي أنواع عديدة، أحد هذه الأنواع يستخدم كرات من البلاستيك وتمثل فيه ذرات كل عنصر بلون معين وحجم معين"**

تدريب : ارسم متشكلات للصيغة الجزيئية C_5H_{12} ؟



الكشــف عـن الكربـون والهيدروجيـن فـي المركبـات العضوية :



الخطــوات :

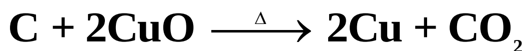
- ضع في أنبوبة اختبار قليل من أي مادة عضوية (قماش – جلد – ورق – بلاستيك)
- اخلطها مع أكسيد النحاس CuO في أنبوبة اختبار تتحمل الحرارة
- مرر الأبخرة والغازات الناتجة على مسحوق كبريتات النحاس اللامائية البيضاء، ثم على ماء الجير

المشاهــدة :

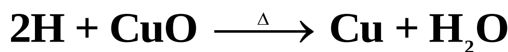
- يتحول لون كبريتات النحاس الأبيض إلى اللون الأزرق، مما يدل على أمتصاصها لبخار الماء الذي تكون من أكسجين أكسيد النحاس و هيدروجين المادة العضوية
- يتعكر ماء الجير مما يدل على خروج غاز ثاني أكسيد الكربون الذي تكون من أكسجين اكسيد النحاس وكربون المادة العضوية

الاستنتــاج :

المركب العضوي يحتوي على عنصري الكربون والهيدروجين



$$C + 2CuO \xrightarrow{\Delta} 2Cu + CO_2$$



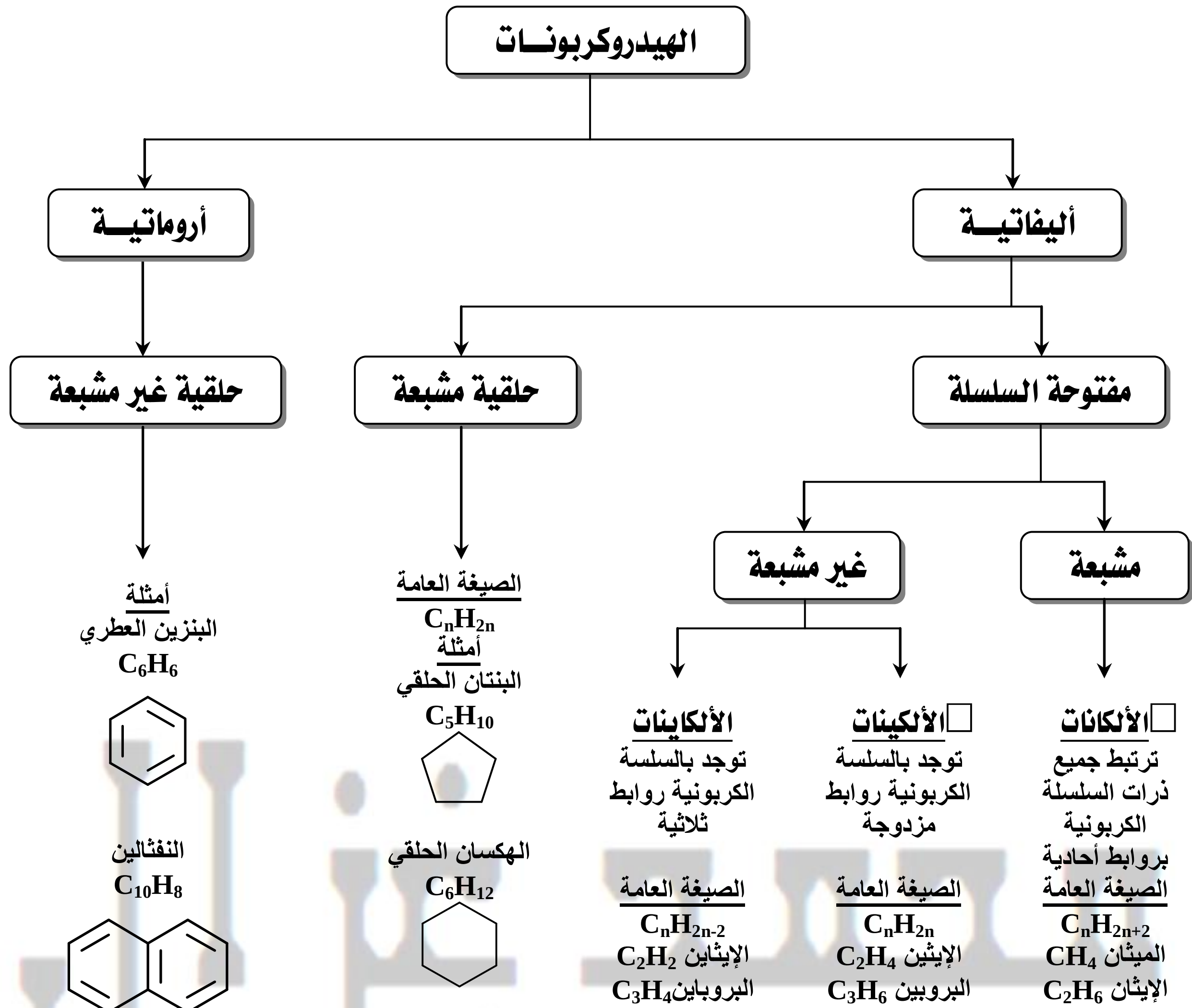
$$2H + CuO \xrightarrow{\Delta} Cu + H_2O$$

تصنيـف المركبـات العضوية :

يتكون البناء الأساسي لأي مركب عضوي من عنصري الكربون والهيدروچين فيما يعرف بالهيدروكربونات وتعتبر كافة أنواع المركبات العضوية الباقية مشتقات للهيدروكربونات

الهيدروكربونـات Hydrocarbons

الهيدروكربونات: **"هي مركبات عضوية تحتوي على عنصري الكربون والهيدروجين فقط"**



أولاً : الهيدروكربونـات الأليفاتيـة مفتوحـة السلسـلة:

الهيدروكربونـات الأليفاتيـة المشبعـة :

الألكانـات Alkanes :

الألكانـات: **"هي هيدروكربونات أليفاتية مفتوحة السلسلة الكربونية وترتبط ذرات الكربون في جزيئاتها بروابط أحادية قوية من نوع سيجما التي يصعب كسرها"**

يبين الجدول التالي أسماء وصيغ العشرة مركبات الأولى في سلسلة الألكانات:

الاسم	الصيغة البنائية	الصيغة الجزيئية
ميثان	CH_4	CH_4
إيثان	CH_3-CH_3	C_2H_6
بروبان	CH_3-CH_2-CH_3	C_3H_8
بيوتان	CH_3-CH_2-CH_2-CH_3	C_4H_{10}
بنتان	CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3	C_5H_{12}
هكسان	CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3	C_6H_{14}
هبتان	CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3	C_7H_{16}
أوكتان	CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3	C_8H_{18}
نونان	CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3	C_9H_{20}
ديكان	CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3	$C_{10}H_{22}$

ملاحظات على الجدول :

(١) عند كتابة اسم المركب العضوي فإن النصف الأول من الاسم يعبر عن عدد ذرات الكربون في المركب، فمثلاً **(ميث=١، إيث=٢، بروب=٣، بيوت=٤، بنت=٥، ...إلخ)** والنصف الثاني يعبر عن العائلة التي ينتمي إليها المركب، فمثلاً الألكانات كلها تنتهي بالمقطع آن (ane)

(٢) جميع الألكانات لها الصيغة العامة C_nH_{2n+2}

(٣) كل مركب يزيد عن الذي يسبقه بمجموعة (CH_2)

***السلسلة المتجانسة:* "هي مجموعة من المركبات يجمعها قانون جزيئي عام وتشترك في خواصها الكيميائية وتتدرج في خواصها الفيزيائية"**

استخدامات الألكانات:

(١) تلعب دوراً هاماً كوقود

(٢) مواد أولية تستخدم في تحضير العديد من المركبات العضوية

(٣) توجد بكميات كبيرة في النفط الخام، ويتم فصلها عن بعضها بواسطة التقطير التجزيئي

أمثلة:

(١) الميثان يوجد بنسبة تتراوح بين **٥٠%** إلى أكثر من **٩٠%** في الغاز الطبيعي المستخدم كوقود حالياً في المنازل

(٢) يعبأ البروبان والبيوتان (مخلوط البوتاجاز) في اسطوانات ويستخدم كوقود

(٣) الألكانات الأطول في السلسلة الكربونية فتوجد في الكيروسين وزيت الديزل وزيوت التشحيم وشمع البرافين

مجموعة أو شق الألكيل Alkyl Radical (R-) :

"هي مجموعة ذرية لا توجد منفردة وتشتق من الألكان المقابل بعد نزع ذرة هيدروجين منه"

التسمية: تسمى باسم الألكان المشتقة منه باستبدال المقطع (آن) بالمقطع (يل) ويرمز لها بالرمز (R-)

الصيغة العامة: C_nH_{2n+1}

أمثلة		شق الألكيل C_nH_{2n+1} (R-)		الألكان C_nH_{2n+2} (R-H)	
فلوريد الميثيل	CH_3F	ميثيل	$-CH_3$	ميثان	CH_4
كلوريد الإيثيل	C_2H_5Cl	إيثيل	$-C_2H_5$	إيثان	C_2H_6
بروميد البروبيل	C_3H_7Br	بروبيل	$-C_3H_7$	بروبان	C_3H_8
يوديد البيوتيل	C_4H_9I	بيوتيل	$-C_4H_9$	بيوتان	C_4H_{10}

تسمية الألكانات (البارافينات) :

التسمية الشائعة : استخدم الكيميائيون القدماء أسماء للمركبات العضوية القليلة التي كانوا يعرفونها انذاك وكانت هذه الأسماء تشير غالباً إلى المصدر الذي استخلص منه هذا المركب

تسمية الأيوباك : مع التقدم المستمر وكثرة المركبات العضوية أتفق علماء الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية [IUPAC] (**I**nternational **U**nion of **P**ure and **A**pplied **C**hemistry) على اتباع نظام معين في تسمية أي مركب عضوي تمكن كل من يقرأه أو يكتبه من التعرف الدقيق على بناء هذا المركب

خطوات تسمية الألكانات (البارافينات) :

تسمية الألكانات

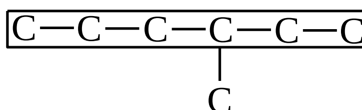
القانون الجزيئي : C_nH_{2n+2}

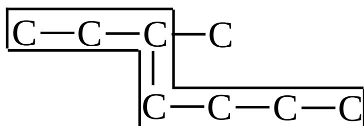
(١) يضاف المقطع (ان) إلى نهاية اسم الألكان الذي يدل على عدد ذرات الكربون

١	ميث	٢	إيث	٣	بروب	٤	بيوت	٥	بنت
٦	هكس	٧	هبت	٨	أوكت	٩	نون	١٠	ديك

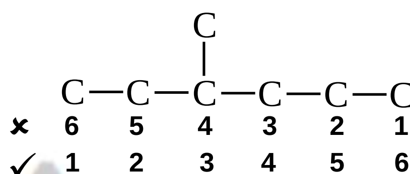
CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}
ميثـــ ان	إيثـــ ان	بروبـــ ان	بيوتـــ ان

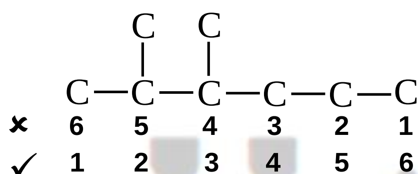
(٢) يحدد اسم الألكان من أطول سلسلة كربونية متصلة سواء كانت مستقيمة أو متفرعة



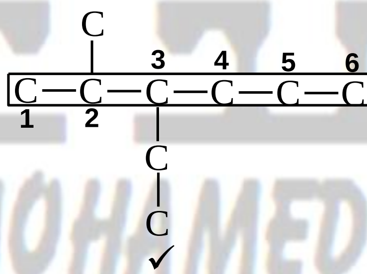


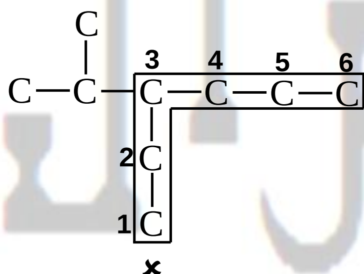
(٣) ترقم السلسلة الكربونية بدءاً من الطرف الأقرب لأول نقطة تفرع والذي يمكن الاستدلال عليه بأقل مجموع أرقام تفرع





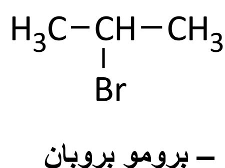
(٤) إذا تصادف وجود سلسلتان متساويتان في الطول في نفس الجزئ نختار أكثرهما تفرع كأساس للتسمية



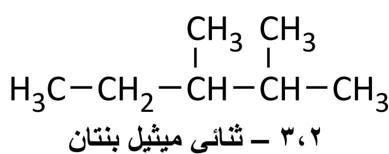


(٥) بعض الاعتبارات تراعى في كتابة المركب :

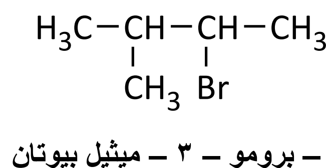
- نكتب (رقم الفرع – اسم الفرع – اسم الألكان)
- يفصل بين الرقم والرقم بفاصلة (،) وبين الرقم والكلمة بشرطة (–)
- عند تكرار الفروع نكتب المقدمات ثنائي وثلاثي و ...إلخ) وذلك بعد كتابة الأرقام الدالة على الفروع
- ترتب التفرعات أبجدياً حسب أسمائها اللاتينية



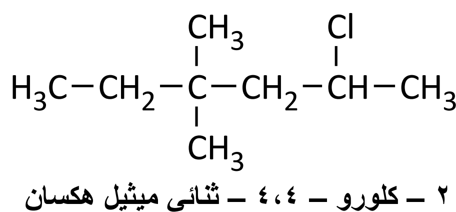
٢ – برومو بروبان



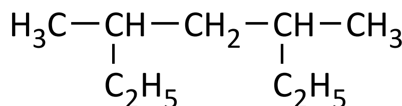
٣،٢ – ثنائي ميثيل بنتان



٢ – برومو – ٣ – ميثيل بيوتان

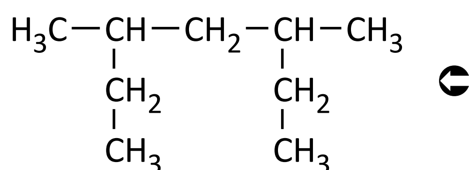


٢ – كلورو – ٤،٤ – ثنائي ميثيل هكسان



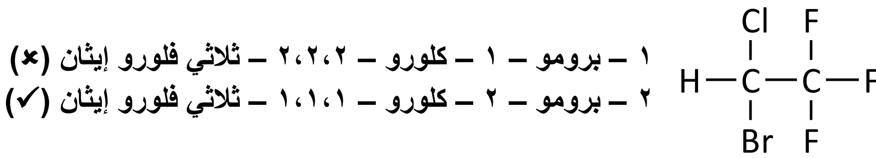


٢، ٤ – ثنائي إيثيل بنتان (×)





٣، ٥ – ثنائي ميثيل هبتان (✓)

➢ إذا ظهرت الفروع من الطرفين من نفس المكان فإننا نبدأ حسب حروف الاسم اللاتيني	 ١ – برومو – ١ – كلورو – ٢،٢،٢ – ثلاثي فلورو إيثان (✗) ٢ – برومو – ٢ – كلورو – ١،١،١ – ثلاثي فلورو إيثان (✓)

ملحوظة : بعض المجموعات باسمائها اللاتينية ومرتبة حسب **الحروف اللاتينية** لتساعدك على التسمية

1	[-Br] (Bromo) برومو	4	[-F] (Flouro) فلورو	7	[$-NO_2$] (Nitro) نيترو
2	[-Cl] (Chloro) كلورو	5	[-I] (Iodo) يودو	8	[$-C_6H_5$] (Phenyl) فينيل
3	[$-C_2H_5$] (Ethyle) إيثيل	6	[$-CH_3$] (Methyl) ميثيل	9	[$-C_3H_7$] (Propyle) بروبيل

تدريب : **اكتب أسماء المركبات الآتية حسب نظام الأيوباك** :

$H_3C-CH(CH_2CH_3)-CH(CH_3)-CH_3$	$H_3C-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-CH(CH_2CH_3)-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$ ....
$H_3C-CH(CH_2CH_3)-CH_2-CH_2-CH(CH_2CH_3)-CH_3$	$H_3C-CH_2-CH(CH_3)-C(CH_3)_2-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-CH_3$ ....

الميثـان Methane (CH_4) :

التعريف : **"هو أول سلسلة الألكانات وأبسط المركبات العضوية على الإطلاق"**

الوجـود :

(أ) في باطن الأرض :

- يوجد بنسبة **٩٠%** في الغاز الطبيعي الموجود في باطن الأرض أو مصاحباً للبترول
- **(علل) قد تتعرض مناجم الفحم للانفجار ؟**

جـ : لوجود الميثان في مناجم الفحم التي قد تتعرض للانفجار نتيجة اشتعاله

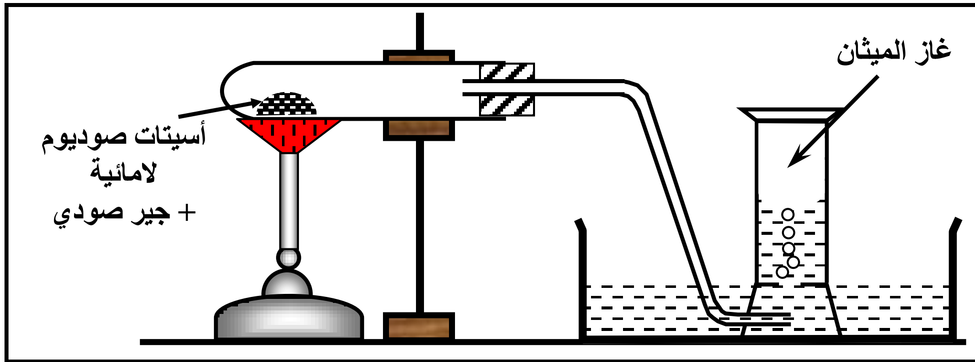
- **(علل) يسمى غاز الميثان غاز المستنقعات ؟**

جـ : لأنه يخرج على هيئة فقاقيع من قاع المستنقعات نتيجة لتحلل المواد العضوية

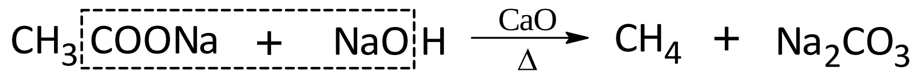
(ب) في الهواء الجوي :

- نسبته قليلة جداً لا تتعدى **٠,٠٠٠٢٢%**
- كان يعتقد أنه المكون الرئيسي للغلاف الجوي للأرض عند بداية تكوينها فقد كان الغلاف الجوي يتكون أساساً من الميثان والنشادر والهيدروجين وبخار الماء وهي غازات لمعظمها خواص اختزالية
- نتيجة لتعرض هذه الغازات للأشعة فوق البنفسجية الشديدة الصادرة من الشمس عبر ملايين السنين حدث كثير من التفاعلات الكيميائية أدت إلى سيادة غازي النيتروجين والأكسجين ، وأنقلب الغلاف الجوي من غلاف مختزل إلى غلاف مؤكسد يساعد في عملية الاحتراق

تحضيـر الميثــان فـي المختبـر :



يحضر الميثان في المختبر بواسطة التقطير الجاف لملح أسيتات الصوديوم اللامائية مع الجير الصودي باستخدام جهاز كالمبين بالشكل، حيث يجمع غاز الميثان بإزاحة الماء لأسفل



$$CH_3COONa + NaOH \xrightarrow[\Delta]{CaO} CH_4 + Na_2CO_3$$

(علل) استخدام الجير الصودي بدلاً من الصودا الكاوية في تحضير الميثان في المختبر . **جـ :** لأن الجير الصودي هو خليط من الصودا الكاوية (NaOH) والجير الحي [أكسيد الكالسيوم] (CaO) ولا يدخل الأخير في التفاعل إنما يساعد على خفض درجة انصهار المخلوط
(علل) يجمع غاز الميثان بإزاحة الماء لأسفل ولا يجمع بإزاحة الهواء لأسفل. **جـ :** لأن الميثان أخف من الماء ولا يذوب فيه ، بينما الميثان يتفاعل مع الهواء ويحترق فيه

الخـواص العامـة للألكانـات :

أولاً : الخواص الفيزيائيـة :

١- **الألكانـات الأربعـة الأولـى :** التـي تحتـوي مـن (١-٤) ذرات كربـون ، عبـارة عـن غـازات فـي درجـة الحرارة العادية

أمثلة :

- **الميثان** يستخدم كوقود في المنازل
- خليط **البروبان والبيوتان (البوتاجاز)** تسال وتعبأ في اسطوانات وتستخدم كوقود
- **(علل) نسبة البروبان في مخلوط البوتاجاز تكون أكثر في المناطق الباردة بينما في المناطق الدافئة يحتوي المخلوط على نسبة أعلى من البيوتان ؟**

جـ : لأن البروبان أكثر تطايراً (أقل في درجة الغليان) من البيوتان

٢- **الألكانـات الوسطى :** التـي تحتـوي مـن (٥-١٧) ذرة كربـون سـوائل ، مثـل الجـازولين والكيروسـين ويستخدم كوقود أيضاً

٣- **الألكانات العليا :** التي تحتوي على أكثر من ١٧ ذرة كربون مواد صلبة مثل شمع البرافين

٤- **(علل) تغطي الفلزات بالألكانات الثقيلة ؟**

جـ : لأن الألكانات مواد غير قطبية لا تذوب في الماء لتحميها من التآكل

ثانياً : الخـواص الكيميائيـة :

(علل) الألكانات خاملة نسبياً في تفاعلاتها الكيميائية ؟

جـ : لأن ذرات الكربون ترتبط ببعضها في الألكانات بروابط من نوع سيجما القوية التي يصعب كسرها إلا تحت ظروف خاصة

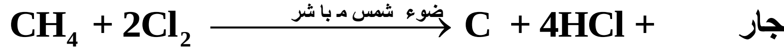
(١) الاحتراق : تحترق الألكانات وتكون ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وهي تفاعلات طاردة للحرارة لذا تستخدم كوقود.


$$CH_4 + 2O_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2 + 2H_2O +$$

(علل) تستخدم الألكانات كوقود ؟

(٢) التفاعل مع الهالوجينات (الهلجنة) :

(أ) تفاعل النزع (في ضوء الشمس المباشر) : يتفاعل الميثان مع الكلور أو الفلور في ضوء الشمس المباشر ، وينتزع الهالوجين الهيدروجين من الميثان وينفرد الكربون ويصاحب هذا التفاعل انفجاراً

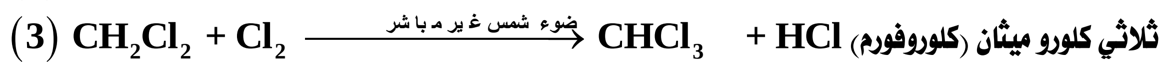

$$CH_4 + 2Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء شمس مباشر}} C + 4HCl + \text{جار}$$

(ب) تفاعل الاستبدال أو الإحلال (في ضوء الشمس غير المباشر) :

تتفاعل الألكانات مع الهالوجينات في ضوء الشمس غير المباشر في سلسلة من تفاعلات الاستبدال


$$(1)\ CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء شمس غير مباشر}} CH_3Cl + HCl$$ **كلورو ميثان (كلوريد الميثيل)**


$$(2)\ CH_3Cl + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء شمس غير مباشر}} CH_2Cl_2 + HCl$$ **ثنائي كلورو ميثان (كلوريد الميثيلين)**


$$(3)\ CH_2Cl_2 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء شمس غير مباشر}} CHCl_3 + HCl$$ **ثلاثي كلورو ميثان (كلوروفورم)**


$$(4)\ CHCl_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء شمس غير مباشر}} CCl_4 + HCl$$ **رباعي كلورو ميثان (رابع كلوريدالكربون)**

(س) ما هي نواتج تفاعل الميثان مع الكلور ، اكتب الصيغ البنائية لها وسمها بنظام الأيوباك ؟

(س) كيف تحصل على اليودوفورم من الميثان ، وضح إجابتك بالمعادلات؟

استخدامات مشتقات الألكانات الهالوجينية

اسم المادة	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	الاستخدام
الكلوروفورم (ثلاثي كلورو ميثان)	$CHCl_3$	H–C(Cl)(Cl)–Cl	أُستخدم قديماً كمخدر **(علل) توقف استخدام الكلوروفورم كمخدر** **جـ :** لأن عدم التقدير الدقيق للجرعة اللازمة لكل مريض تسبب الوفيات
الهالوثان (٢-برومو-٢- كلورو-١،١،١ ثلاثي فلورو إيثان)	$CHBrCl\text{-}CF_3$	H–C(Cl)(Br)–C(F)(F)–F	يستخدم كمخدر أكثر أماناً من الكلوروفورم
١،١،١ ثلاثي كلورو إيثان	CH_3CCl_3	H–C(H)(H)–C(Cl)(Cl)–Cl	يستخدم في عمليات التنظيف الجاف
الفريونات **(١)** رباعي فلورو ميثان	CF_4	F–C(F)(F)–F	**تستخدم بكميات كبيرة في :** **١-** أجهزة التكييف والثلاجات **٢-** كمواد دافعة للسوائل والروائح **٣-** كمنظفات للأجهزة الإلكترونية
(٢) ثنائي كلورو – ثنائي فلورو ميثان	CF_2Cl_2	F–C(F)(Cl)–Cl	

مميـزات الفريونـات :

١- رخص ثمنها
٢- سهولة إسالتها
٣- غير سامة
٤- لا تسبب تآكل المعادن

عيـوب الفريونـات : تسبب تآكل طبقة الأوزون التي تقي الأرض من أخطار الأشعة فوق البنفسجية

(علل) تم الاتفاق دولياً على تحريم استخدام الفريونات بداية من عام ٢٠٢٠ م

(٣) التكسير الحراري الحفزي للألكانات :

"هي عملية تسخين منتجات البترول الثقيلة تحت ضغط مرتفع في وجود عوامل حفازة لينتج نوعين من المنتجات (ألكانات وألكينات)"

(علل) تجرى عملية التكسير الحراري الحفزي أثناء تكرير البترول ؟
جـ : لتحويل النواتج البترولية الطويلة السلسلة والثقيلة إلى جزيئات أصغر وأخف

نواتج التكسير الحراري الحفزي للألكانات :

(أ) ألكانات ذات سلسلة قصيرة وتستخدم مع الجازولين الذي يحتاجه العالم باضطراد مستمر
(ب) ألكينـات ذات سلسلة قصيرة مثل الإيثين والبروبين التي تقوم عليها صناعات كيميائية كثيرة أهمها صناعة البوليمرات



$C_8H_{18} \xrightarrow[\text{عامل حفاز}]{\text{ضغط / حرارة}} C_4H_8 + C_4H_{10}$

(س) ما هو ناتج التكسير الحراري الحفزي للديكان $(C_{10}H_{22})$ ؟

الأهمية الإقتصادية للألكانات :

(١) الحصول على الكربون المجزأ (أسود الكربون) :
يستخدم بكميات كبيرة في :

١- صناعة إطارات السيارات
٢- صبغة في الحبر الأسود
٣- البويات
٤- ورنيش الأحذية

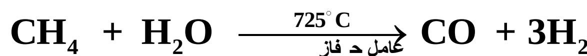
⌑ يمكن الحصول عليه بتسخين الميثان (بمعزل عن الهواء) لدرجة ١٠٠٠°م



$CH_4 \xrightarrow[\text{بمعزل عن الهواء}]{1000^\circ C} C + 2H_2$

(٢) الحصول على الغاز المائي :
الغاز المائي : **"هو خليط من غازي الهيدروچين وأول أكسيد الكربون"**
الاستخدام :

١- مادة مختزلة في فرن مدركس
٢- وقود قابل للاشتعال



$CH_4 + H_2O \xrightarrow[\text{عامل حفاز}]{725^\circ C} CO + 3H_2$

التقويـــم الأول (الألكانات)

السؤال الأول : أكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات التالية :

١- المركبات العضوية هي المركبات التي تتكون داخل خلايا الكائنات الحية بواسطة قوى حيوية ولا يمكن تحضير هذه المركبات في المختبرات.
٢- المركبات التي تأتي من مصادر معدنية من الأرض.
٣- المركبات التي تُستخلص من أصل نباتي أو حيواني.
٤- مركب عضوي يتكون في بول الثديات وينتج من تسخين محلول مائي لمركبين غير عضويين.
٥- العلم الذي يهتم بدراسة مركبات عنصر الكربون باستثناء أكاسيد الكربون وأملاح الكربونات والسيانيد.
٦- العلم الذي يهتم بدراسة باقي العناصر عدا الكربون وعددها ١١١ عنصر أو أكثر.
٧- الصيغة التي توضح نوع الذرات وعددها فقط في المركب العضوي.
٨- الصيغة التي توضح نوع الذرات وعددها وطريقة الترابط بينها بالروابط التساهمية.
٩- ظاهرة وجود عدة مركبات عضوية تختلف عن بعضها في الخواص الفيزيائية والكيميائية وبالتالي في الصيغة البنائية ولكنها تشترك في صيغة جزيئية واحدة.
* ظاهرة اتفاق عدة مركبات عضوية في صيغة جزيئية واحدة واختلافها في الصيغة البنائية.

(مصر ثان ٩٨ ، مصر ثان ٠٩)

١٠- نماذج لها أنواع عديدة ، أحد هذه الأنواع تستخدم كرات من البلاستيك وتمثل فيه ذرات كل عنصر بلون معين وحجم معين.
١١- مُركبات عضوية تحتوي على عنصري الكربون والهيدروچين فقط.
١٢- هيدروكربونات أليفاتية مفتوحة السلسلة الكربونية وترتبط ذرات الكربون في جزيئاتها بروابط أحادية قوية من نوع سيجما التي يصعب كسرها.
* هيدروكربونات مُشبعة أليفاتية صيغتها العامة C_nH_{2n+2}.
١٣- مجموعة من المركبات يجمعها قانون جزيئي عام وتشترك في خواصها الكيميائية وتتدرج في خواصها الفيزيائية. **(مصر ثان ٠٦)**
١٤- مجموعة ذرية لا توجد منفردة وتُشتق من الألكان المقابل بعد نزع ذرة هيدروجين منه.
١٥- تسمية للمركبات العضوية تشير غالباً إلى المصدر الذي استخلص منه هذه المركبات.
١٦- نظام عالمي يستخدم لتسمية المركبات العضوية حسب عدد ذرات الكربون في أطول سلسلة كربونية مستمرة.
١٧- أول سلسلة الألكانات وأبسط مركب عضوي على الاطلاق.
١٨- خليط الصودا الكاوية مع الجير الحي.
١٩- خليط البروبان والبيوتان الذي يُسال ويعبأ في اسطوانات ويُستخدم كوقود.
٢٠- تفاعل الميثان مع الهالوچينات في ضوء الشمس المُباشر.
٢١- تفاعل الميثان مع الهالوچينات في ضوء الشمس غير المُباشر.
٢٢- مركب استخدم قديماً كمخدر لكن عدم التقدير للجرعة تسبب الوفاة.
٢٣- مركب يستخدم كمخدر أكثر أماناً من الكلوروفورم.
٢٤- مركب يستخدم في عملية التنظيف الجاف.
٢٥- مشتقات هالوچينية للألكانات سهلة الإسالة وتستخدم كمواد دافعة للسوائل والروائح وفي أجهزة التكييف.

٢٦- عملية تسخين منتجات البترول الثقيلة تحت ضغط مرتفع في وجود عوامل حفازة لينتج نوعين من المنتجات ألكانات وألكينات.

٢٧- عنصر ناتج من تسخين الميثان عند ١٠٠٠°م بمعزل عن الهواء.

٢٨- خليط من غازي الهيدروچين وأول أكسيد الكربون. (أزهر أول ١٠)

السؤال الثاني : علل لما يأتي:

١- فشل نظرية القوى الحيوية في تفسير تكوين المركبات العضوية.

٢- أصبحت المادة العضوية تُعرف على أساس بنيتها التركيبية وليس على أساس مصدرها.

٣- وفرة المركبات العضوية.

٤- المركبات العضوية رديئة التوصيل للتيار الكهربي بينما معظم المركبات غير العضوية توصل التيار الكهربي.

٥- عند احتراق المركبات العضوية ينتج غالباً بخار الماء وثاني أكسيد الكربون.

٦- معظم تفاعلات المركبات العضوية بطيئة بينما تفاعلات المركبات غير العضوية سريعة.

٧- الصيغة البنائية أفضل في التعبير عن المركبات العضوية من الصيغة الجزيئية.

٨- الكحول الإيثيلي وأثير ثنائي الميثيل متشاكلين جزيئيين.

٩- استخدام كبريتات النحاس اللامائية وماء الجير في الكشف عن عنصري الهيدروچين والكربون.

١٠- استخدام أكسيد النحاس في تجربة الكشف عن عنصري الكربون والهيدروچين في المادة العضوية.

١١- الألكانات مركبات خاملة نسبياً. (مصر ثان ٩٧)

١٢- تعتبر الألكانات سلسلة متجانسة.

١٣- قد تتعرض مناجم الفحم للانفجار.

١٤- يُسمى غاز الميثان بغاز المستنقعات.

١٥- انقلاب الغلاف الجوي للأرض من غلاف مختزل إلى غلاف مؤكسد.

١٦- استخدام الجير الصودي بدلاً من الصودا الكاوية فقط في تحضير غاز الميثان في المختبر من التقطير الجاف لملح أسيتات الصوديوم.

١٧- نسبة البروبان في مخلوط البوتاجاز تكون أكثر في المناطق الباردة بينما في المناطق الدافئة يحتوي المخلوط على نسبة أعلى من البيوتان.

١٨- تُغطى الفلزات بالألكانات الثقيلة.

١٩- تُستخدم الألكانات كوقود.

٢٠- توقف استخدام الكلوروفورم كمخدر.

* استخدام الهالوثان كمخدر بدلاً من الكلوروفورم.

٢١- أهمية الفريونات في حياتنا اليومية.

٢٢- مُشتقات الألكانات الهالوچينية لها أهمية كُبرى في حياتنا اليومية.

٢٣- تم الاتفاق دولياً على تحريم استخدام الفريونات بداية من عام ٢٠٢٠م.

٢٤- تُجرى عملية التكسير الحراري الحفزي أثناء تكرير البترول.

السؤال الثالث : اكتب الصيغة الجزيئية والبنائية لكل من :

١- هيدروكربون أليفاتي مُشبع ذو سلسلة مفتوحة يحتوي على ثلاثة ذرات كربون.

٢- هيدروكربون أليفاتي مُشبع ذو سلسلة مفتوحة يحتوي على عشر ذرات هيدروچين.

٣- مركبان يستخدمان كمخلوط في البوتاجاز.

٤- ألكان به ست ذرات كربون ولا يحتوي على مجموعة ميثيلين (CH_2) في تركيبه. **(مصر أول ٠٨)**
٥- هيدروكربون مُشبع ينتج عن التكسير الحراري الحفزي لـه هيدروكربون مُشبع وآخر غير مُشبع بكل منهما أربع ذرات كربون.
٦- ألكان ينتج عند التقطير الجاف لبروبانوات الصوديوم (CH_3CH_2COONa) مع الجير الصودي.
٧- مركب عضوي يعتبر أيزومير لأثير ثنائي الميثيل.
٨- مركب عضوي ناتج من تسخين محلول كلوريد الأمونيوم مع سيانات الفضة.
٩- ألكان به خمس ذرات كربون وأربعة مجموعات ميثيل (CH_3)
١٠- ملح عضوي ينتج عن التقطير الجاف له في وجود الجير الصودي غاز الميثان.
١١- ملح عضوي ينتج عن التقطير الجاف له في وجود الجير الصودي غاز الإيثان.
١٢- من المُشتقات الهالوجينية للألكانات كان يستخدم كمخدر قديماً.
١٣- من المُشتقات الهالوجينية للألكانات يستخدم كمخدر أكثر أماناً من الكلوروفورم.
١٤- من المُشتقات الهالوجينية للألكانات يستخدم في عمليات التنظيف الجاف.

السؤال الرابع :

(أ) اكتب الصيغة البنائية لكل مركب من المركبات التالية :

١- ٣ – ميثيل هكسان **(مصر ثان ٠٦)**
٢- ٢ – فينيل بروبان **(مصر ثان ٠٦ ، السودان أول ١٠)**
٣- ٢ – ميثيل بنتان
٤- ٣ – ميثيل هكسان
٥- ٢، ٢ – ثنائي كلورو بيوتان
٦- ٢ – برومو – ٣ – ميثيل بيوتان
٧- ٢، ٣ – ثنائي ميثيل بنتان
٨- ٣، ٣ – ثنائي ميثيل بنتان
٩- ٢– كلورو– ٤،٤ – ثنائي ميثيل هكسان
١٠- ١– كلورو – ٢ – فينيل إيثان

(ب) اكتب الصيغ البنائية لكل مركب من المركبات التالية ثم اكتب التسمية الصحيحة لها تبعاً لنظام الأيوباك :

١- ٣ – برومو بيوتان
٢- ٢ – إيثيل بروبان
٣- ٤، ٣ – ثنائي ميثيل بنتان
٤- ٤، ٤ – ثنائي كلورو بنتان
٥- ٣ – ميثيل – ٢ – إيثيل هكسان
٦- ٢، ٣ – ثنائي إيثيل بيوتان
٧- ٣، ٤، ٤ – ثلاثي ميثيل هكسان
٨- ٤ – برومو – ٤ – ميثيل بنتان

السؤال الخامس: أعد كتابة الصيغ البنائية الآتية بطريقة صحيحة بشرط عدم تغيير صيغتها الجزيئية:

١	$H_3C-CH\ -CH\ -C(CH_3)(CH_3)H_2-CH_3$ (CH₃ above and below the CH₂)	٢	$H_3C-CH(=O)-CH_2-CH_2=CH_2$
٣	$HC\equiv C-CH_2-CH_3$ (O above the last CH₃)	٤	$C_6H_5-C(-O)=O-C_2H_5$
٥	$C_6H_5-CH_2=Cl$	٦	$H_3C-CH_2(CH_3)-CH_2$
٧	$C\equiv C-CH(OH)-H_2$	٨	$H_3C-CH(=O)-CH_2=CH_2$

السؤال السادس : اكتب أسماء المركبات الآتية بنظام الأيوباك :

رقم	المركب	رقم	المركب
١	$H_3C-CH_2-CH-CH_2-CH_3$ $\vert$ CH_3	٢	$H_3C-CH-CH_2-CH_2-CH_3$ $\vert$ C_2H_5
٣	$H_3C-CH_2-CH_2-CH-CH_3$ $\vert$ CH_3	٤	$H_3C-CH_2-CH-CH-CH_3$ $\vert\ \ \vert$ $CH_3\ \ CH_3$
٥	$H_2C-CH_2-CH_3$ $\vert$ $H_3C-CH-CH_2-CH_3$	٦	Br $\vert$ $H_3C-CH-CH_3$
٧	$CH_3\ \ C_2H_5$ $\vert\ \ \vert$ $H_3C-CH-C-CH_3$ $\vert$ Cl	٨	$H_3C-CH-CH_2-CH-CH_3$ $\vert\ \ \vert$ $C_6H_5\ \ C_6H_5$
٩	$H_3C-CH-CH_3$ $\vert$ C_6H_5 (مصر أول ٠٨)	١٠	$CH_3\ \ Br$ $\vert\ \ \vert$ $H_3C-C-C-C_3H_7$ $\vert\ \ \vert$ $H\ \ H$ (السودان أول ٠٧)
١١	$H_3C-CH-CH_2-CH_2-CH-CH_2-CH-CH_3$ $\vert\ \ \vert\ \ \vert$ $CH_3\ \ CH_2\ \ CH_3$ $\vert$ CH_3	١٢	$H_3C-CH-CH_2-CH_2-CH-CH_3$ $\vert\ \ \vert$ $C_2H_5\ \ C_2H_5$
١٣	CH_3 $\vert$ $H_3C-CH_2-CH-C-CH-CH_2-CH_2-CH_3$ $\vert\ \ \vert\ \ \vert$ $CH_3\ CH_3\ CH_3$	١٤	$H_3C-CH-CH_2-CH-CH_3$ $\vert\ \ \vert$ $C_2H_5\ \ CH_3$
١٥	$H_3C-CH-CH-CH_3$ $\vert\ \ \vert$ $CH_2\ \ CH_3$ $\vert$ CH_3	١٦	$H_3C-CH-CH-CH_3$ $\vert\ \ \vert$ $CH_3\ \ Br$ (السودان أول ٠٨)
١٧	$CH_3\ \ \ \ Cl$ $\vert\ \ \ \ \vert$ $H_3C-CH_2-C-CH_2-CH-CH_3$ $\vert$ CH_3	١٨	C_3H_7 $\vert$ $H_3C-CH-CH_3$
١٩	$H_3C-CH-CH_2-CH_2-CH_3$ $\vert$ H_3C-CH_2-CH $\vert$ CH_3	٢٠	CH_3 $\vert$ $H_3C-CH_2-C-CH_2-CH_3$ $\vert$ CH_3
٢١	$H_3C-CH-CH_2-CH-CH_2-CH-CH_3$ $\vert\ \ \vert\ \ \vert$ $CH_3\ \ CH_2\ \ CH_3$ $\vert$ CH_3 (مصر أول ٠٧)	٢٢	$Cl\ \ F$ $\vert\ \ \vert$ $H-C-C-F$ $\vert\ \ \vert$ $Br\ \ F$

السؤال السابع : اكتب المعادلات الكيميائية التي تدل على كل من :

١- احتراق مادة عضوية في أكسيد النحاس.

٢- التقطير الجاف لأسيتات الصوديوم اللامائية بواسطة الجير الصودي. **(السودان أول ١٠)**

٣- احتراق الميثان في الهواء الجوي.

* تفاعل أكسدة.

٤- هلجنة الميثان في ضوء الشمس المباشر.

* تفاعل نزع.

٥- هلجنة الميثان في ضوء الشمس غير المباشر.

* تفاعل هلجنة بالاستبدال.

٦- التكسير الحراري الحفزي للأوكتان.

* تفاعل انحلال حراري.

٧- تسخين الميثان بمعزل عن الهواء لدرجة ١٠٠٠°م.

٨- الحصول على الغاز المائي من الميثان.

السؤال الثامن : اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١- تحتوي جميع المركبات العضوية على عنصر ....
(أ) الهيدروچين (ب) الكربون (جـ) النيتروچين (د) الأكسچين

٢- المركب العضوي الذي ينتج من تسخين محلول مائي يحتوي على سيانات الفضة وكلوريد الأمونيوم ....
(أ) كلوريد الفضة (ب) سيانات الأمونيوم (جـ) اليوريا (د) سيانيد الأمونيوم

٣- يهتم علم الكيمياء العضوية بدراسة مركبات الكربون عدا ....
(أ) أكاسيد الكربون (ب) أملاح الكربونات والبيكربونات
(جـ) أملاح السيانيد (د) جميع ما سبق

٤- العالم الذي قام بتحضير أول مركب عضوي خارج خلايا الكائنات الحية في المختبر ....
(أ) برزيليوس (ب) فوهلر (جـ) لافوازيه (د) بويل

٥- الألكان الذي يحتوي على ١٤ ذرة هيدروچين يكون به عدد من ذرات الكربون تساوي ....
(أ) ١٤ (ب) ٧ (جـ) ٦ (د) ٥

٦- عدد ذرات الهيدروچين في الألكان الذي يحتوي على ٥ ذرات كربون تساوي ....
(أ) ٥ (ب) ١٢ (جـ) ١٤ (د) ١٠

٧- عدد ذرات الهيدروچين في الألكان الذي يحتوي على أربع ذرات كربون تساوي .... **(مصر أول ٠٧)**
(أ) ٥ (ب) ١٠ (جـ) ٧ (د) ٨

٨- عدد الروابط سيجما في الألكان الذي يحتوي على ٤ ذرات كربون تساوي ....
(أ) ٤ (ب) ٨ (جـ) ١٠ (د) ١٣

٩- يحتوي (٢ – ميثيل بنتان) على عدد من مجموعات الميثيل (CH_3) تساوي ....
(أ) ٣ (ب) ٢ (جـ) ٥ (د) ٤

١٠- يحتوي (٢ – ميثيل بنتان) على عدد من مجموعات الميثيلين (CH_2) تساوي ....
(أ) ٣ (ب) ٥ (جـ) ٢ (د) ٤

١١- في السلسلة المتجانسة يزيد كل مركب عن المركب الذي يليه بمجموعة ....
(أ) CH_3 (ب) C_2H_5 (جـ) CH_2 (د) C_6H_5

١٢- الألكان الذي يحتوي على أربع ذرات كربون تكون صيغته الجزيئية ....
(أ) C_4H_4 (ب) C_4H_8 (جـ) C_4H_{10} (د) C_4H_3

١٣- زوج المركبات الذي يعتبر من الأيزوميرات هو ....
(أ) $[C_2H_6 , C_2H_4]$ (ب) $[CH_3OCH_3 , C_2H_5OH]$
(جـ) $[C_2H_5OH , CH_3COOH]$ (د) $[C_6H_{12} , C_6H_6]$

١٤- تحتوي الفريونات على عناصر ....
(أ) الكربون والهيدروچين. (ب) الكربون والفلور والكلور.
(جـ) الكربون والكلور. (د) الكلور والفلور.

١٥- عند تفاعل الميثان مع الكلور في ضوء الشمس المباشر ينتج ....وكلوريد الهيدروچين
(أ) كلوريد الميثيل. (ب) ثنائي كلورو ميثان.
(جـ) كربون. (د) رباعي كلورو ميثان. **(مصر ثان ٠٧)**

السؤال التاسع : أجب عن الأسئلة التالية :

أولاً : اذكر استخدام واحد لكل من :

(١) الميثان. **(٢)** أسود الكربون.
(٣) نظام الأيوباك. **(٤)** الكلوروفورم.
(٥) الهالوثان. **(٦)** ١، ١، ١ ثلاثي كلورو إيثان.
(٧) الفريونات. **(٨)** الغاز المائي.
(٩) الجير الصودي في تحضير الميثان.

ثانياً : اذكر دور واحد لكل من العلماء التاليين :

(١) برزيليوس. **(٢)** فوهلر.

ثالثاً : اجب عن التجارب التالية :

١- كيف يمكنك الكشف عن الكربون والهيدروچين في المركبات العضوية ؟ ارسم الجهاز المستخدم مع كتابة التفاعلات الدالة على ذلك. **(مصر ثان ٠٦ ، مصر ثان ٠٧)**

✱ كيف يمكنك الكشف عن الكربون والهيدروجين في قطعة خبز ؟ ارسم الجهاز المستخدم مع كتابة التفاعلات الدالة على ذلك. **(مصر ثان ٠٩)**

٢- ارسم الجهاز المستخدم في تحضير غاز الميثان في المختبر مع كتابة معادلة التفاعل. **(مصر ثان ١٠)**

رابعاً : هيدروكربون أليفاتي مشبع ذو سلسلة مفتوحة (غير حلقي) عدد ذراته سبع عشرة ذرة

١- ما عدد ذرات الكربون والهيدروجين الموجودة به.
٢- اكتب الصيغة الجزيئية لهذا الهيدروكربون.
٣- ما هي الصيغ البنائية المحتملة له، ثم اذكر اسم كل صيغة منهم تبعاً لنظام الأيوباك.

خامساً : هيدروكربون أليفاتي مُشبع ذو سلسلة مفتوحة صيغته الجزيئية (C_6H_{14})

١- اكتب الصيغ البنائية المحتملة بحيث يكون واحد منهم **(هكسان)** ، واثنين **(ميثيل بنتان)** ، واثنين آخرين **(ثنائي ميثيل بيوتان)**.
٢- سمّ كل صيغة من الصيغ السابقة تبعاً لنظام الأيوباك.

سادساً : 🕮 حدد أطول سلسلة في كل من الصيغ الهيكلية التالية للألكانات وسمها حسب نظام الأيوباك :

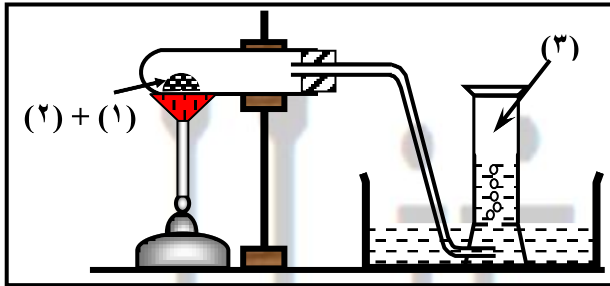
(أ)	C—C—C—C | C—C	**(ب)**	C | C—C—C—C—C | | C C
(جـ)	C—C—C—C—C | C—C—C | C—C—C	**(د)**	C—C—C | C—C—C—C—C—C—C—C | C—C—C—C

سابعاً : 🕮 أي من الصيغ الكيميائية الآتية تمثل ألكانات أو ألكينات أو ألكاينات أو ألكانات حلقية :



$$(C_{40}H_{82} – C_4H_{10} – C_6H_{12} – C_5H_{12} – C_3H_8)$$

ثامناً : الشكل المقابل يمثل جهاز تحضير غاز عضوي :



١- ما هي المواد المتفاعلة (١) ، (٢) ؟ **(مصر أول ٠٥)**

٢- ما هو الغاز الناتج (٣) ؟ **(مصر أول ٠٥)**

٣- لماذا يعتبر الغاز الناتج (٣) خامل نسبياً ؟

٤- لماذا لا يجمع الغاز (٣) بإزاحة الهواء لأسفل على الرغم من قلة كثافته عن الهواء ؟

تاسعاً : هيدروكربون كتلته الجزيئية ٥٨ جم ويحتوي المول منه على ٤٨ جم كربون [H=1 , C=12]

١- اكتب الصيغة الجزيئية للمركب.

٢- للمركب صورتين متشابهتين (أيزوميرزم) اكتب الصيغة البنائية لهما. **(مصر أول ٠٨)**

(ب) الهيدروكربونات الأليفاتية الغير مشبعة مفتوحة السلسلة

الألكينات (الأوليفينات)

* مجموعة مركبات غير مشبعة وتحتوى بين ذرات الكربون على رابطتين (١سيجما قوية صعبة الكسر + ١باى الضعيفة سهلة الكسر)
* **القانون العام لها :** C_nH_{2n}
مثال: الايثيلين C_2H_4

الألكاينات (الأستيلينات)

* مجموعة مركبات غير مشبعة وتحتوى بين ذرات الكربون على ثلاث روابط (١سيجما قوية صعبة الكسر+٢ باى الضعيفة سهلة الكسر)
* **القانون العام لها :** C_nH_{2n-2}
مثال: الايثاين (الاسيتلين) C_2H_2

(١) **الألكينات (الأوليفينات)** Alkenes :

التعريف : **"هي هيدروكربونات توجد بين ذرات الكربون في جزيئاتها رابطة مزدوجة أو أكثر"**

(علل) تكون الألكينات سلسلة متجانسة ؟
جـ : لأنها مشتقه من الألكانات بانتزاع ذرتي
أو : لأن كل مركب يسبق الأخر بمجموعة ميثين **(CH_2)**
أو : هي مجموعة من المركبات يجمعها قانون جزيئي عام تشترك في الخواص الكيميائية وتتدرج في الخواص الفيزيائية

القانون العام : C_nH_{2n}

تسمية الألكينات :

١- نتبع نفس الخطوات التي اتبعناها في تسمية الألكانات ، وهي اختيار أطول سلسلة كربونية ويستبدل المقطع **(ان)** في اسم الألكين بالمقطع **(ين)** ، على أن يسبق هذا المقطع رقم ذرة الكربون في الرابطة المزدوجة الأقرب إلى بداية السلسلة

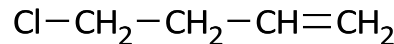


١ - بروبين

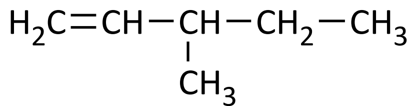


٢ - بنتين

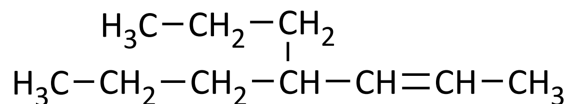
٢- يبدأ الترقيم في الطرف الأقرب إلى الرابطة المزدوجة بغض النظر عن موقع أي مجموعات أخرى



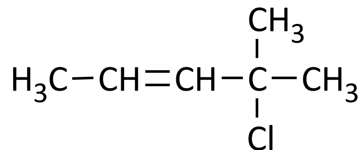
٤ - كلورو - ١ - بيوتين



٣ - ميثيل - ١ - بنتين



٤ – بروبيل – ٢ – هبتين



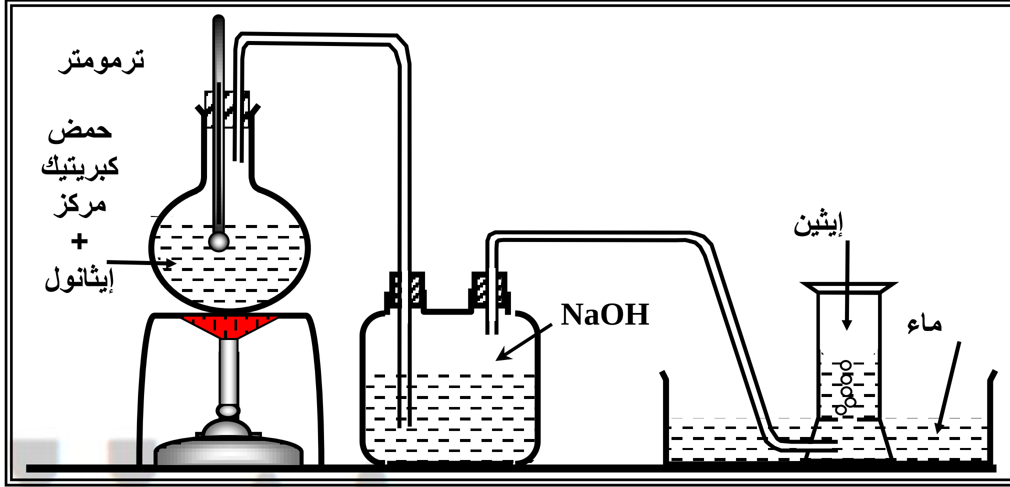
٤ – كلورو – ٤ – ميثيل – ٢ – بنيتن

الإيثين (الإيثيلين) Ethene [C_2H_4]:

الإيثين : "هو أول أفراد الألكينات واسمه الشائع (الإيثيلين)"

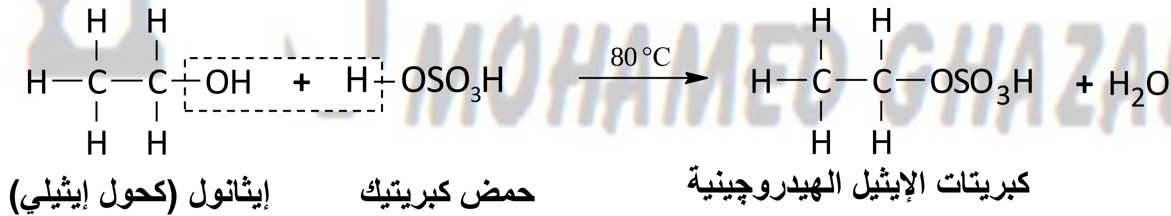
س (للتفكير) : لماذا لا يوجد مركب يسمى الميثين ؟

التحضير في المختبر :



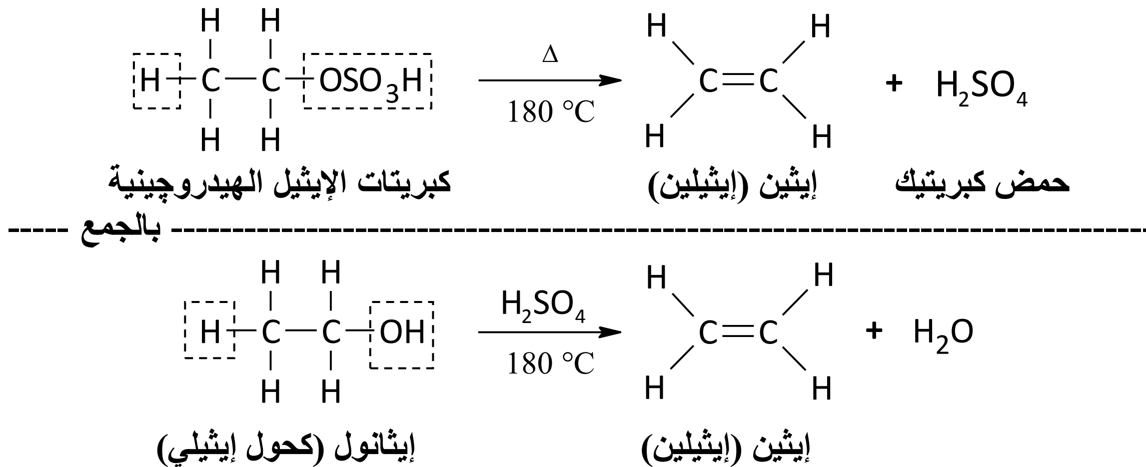
يُحضر الإيثين بانتزاع الماء من الكحول الإيثيلي (الإيثانول) بواسطة حمض الكبريتيك المركز الساخن إلى (١٨٠°م) ، باستخدام جهاز كالمبين بالشكل ويتم هذا التفاعل على **خطوتين** :

١- يتفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك عند ٨٠°م مكوناً **كبريتات الإيثيل الهيدروچينية**



$$C_2H_5OH + H\text{-}OSO_3H \xrightarrow{80\,^\circ C} C_2H_5\text{-}OSO_3H + H_2O$$

٢- تنحل كبريتات الإيثيل الهيدروچينية بالحرارة عند ١٨٠°م ليتكون **الإيثين**



$$C_2H_5\text{-}OSO_3H \xrightarrow[180\,^\circ C]{\Delta} CH_2{=}CH_2 + H_2SO_4$$

بالجمع

$$C_2H_5OH \xrightarrow[180\,^\circ C]{H_2SO_4} CH_2{=}CH_2 + H_2O$$

خـــواص الألكينـــات :

أولاً : الخواص الفيزيائية :

١- المركبات الأولى من سلسلة الألكينات التي تحتوي من (٢-٤) ذرة كربون فهي **[غازات]**
٢- المركبات الوسطى التي تحتوي من (٥-١٥) ذرة كربون فهي **[سوائل]**
٣- المركبات العليا التي تحتوي على أكثر من ١٥ ذرة كربون فهي **[صلبة]**

- الألكينات مواد غير قطبية لا تذوب في الماء وإنما تذوب في المركبات العضوية مثل الأثير والبنزين ورابع كلوريد الكربون

ثانياً : الخواص الكيميائية :

علل) الألكينات أكثر نشاطاً من الألكانات ؟

جـ : لأن الألكينات تتميز بوجود الرابطة المزدوجة، تكون إحدى هاتين الرابطتين من نوع سيجما **(σ)** القوية صعبة الكسر، أما الرابطة الأخرى فهي من نوع باي **(π)** الضعيفة سهلة الكسر

(١) الاحتراق :

تشتعل الألكينات في الهواء من خلال تفاعل طارد للحرارة وينتج ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء



$$C_2H_4 + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2CO_2 + 2H_2O +$$

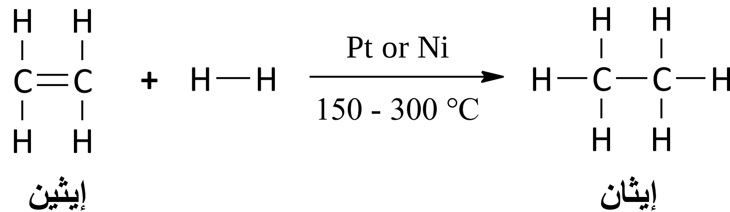
(٢) تفاعلات الإضافة :

علل) الألكينات مركبات غير مشبعة بينما الألكانات مركبات مشبعة؟

جـ : لاحتوائها على روابط من نوع باي **(π)** تجعلها قادرة على الدخول في تفاعلات **بالإضافة** مع المواد الأخرى حيث تنكسر الرابطة باي وتبقى الرابطة سيجما فقط وتتكون مركبات مشبعة ، ولكن الألكانات كل الروابط بها أحادية مشبعة **لا يمكن الإضافة عليها**

(أ) إضافة الهيدروجين (الهدرجة) :

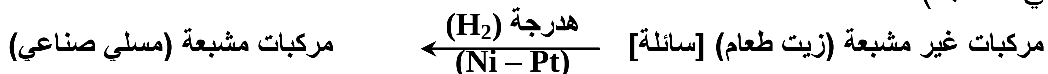
تتفاعل الألكينات مع الهيدروچين في وجود عوامل حفازة ، مثل : النيكل أو البلاتين مع التسخين ويتكون الألكان المقابل



- ***المسلى النباتي (الزيوت المهدرجة) :***

"هي مركبات مشبعة تنتج من هدرجة الزيوت غير المشبعة"

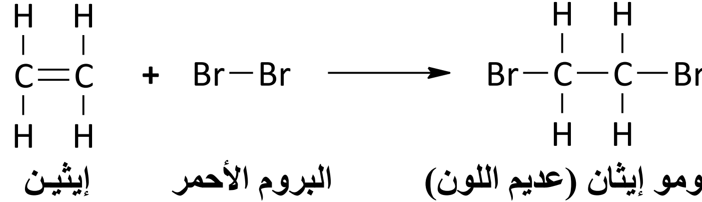
- زيوت الطعام مثل زيت الذرة أو زيت عباد الشمس والتي تحتوي جزيئاتها على سلاسل كربونية غير مشبعة درجة انصهارها منخفضة وتوجد في الحالة السائلة في درجة الحرارة العادية (حتى إذا وضعت في الثلاجة)



(ب) إضافة الهالوجينات (الهلجنة) :
يستخدم هذا التفاعل للكشف عن عدم التشبع في الألكينات

س) كيف تميز عملياً بين الإيثين والإيثان ؟

جـ : نضيف إلى كل منهما البروم المذاب في رابع كلوريد الكربون ونرج الأنبوبتين فيزول لون البروم الأحمر في أنبوبة الإيثين ويتكون ١ ، ٢ ثنائي برومو إيثان **عديم اللون** ، ولا يتغير لون البروم الأحمر في أنبوبة الإيثان لعدم تفاعله معه بالإضافة



إيثين   البروم الأحمر   ١ ، ٢ ثنائي برومو إيثان (عديم اللون)

(جـ) إضافة هاليدات الهيدروچين (الأحماض الهالوچينية) (HX) :
تتفاعل الألكينات بالإضافة مع هاليدات الهيدروچين حيث تتكسر الرابطة باي وتتصل ذرة هيدروچين بإحدى ذرتي الكربون في الرابطة باي وذرة الهالوچين بذرة الكربون الأخرى ويتكون هاليد الألكيل المُقابل ، وتتوقف نواتج الإضافة على نوع الألكين

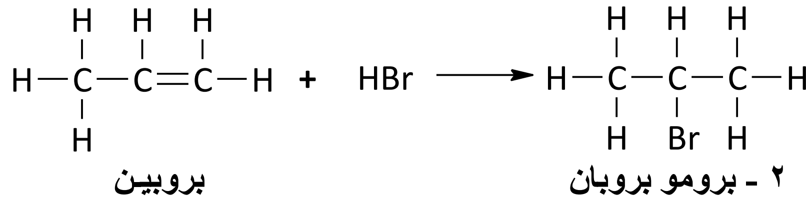
(١) الألكين المتماثل : "هو الألكين الذي تكون فيه ذرتي الكربون المتصلتين بالرابطة المزدوجة تحتويان نفس العدد من ذرات الهيدروچين"



(٢) الألكين غير المتماثل : "هو الألكين الذي تكون فيه ذرتي الكربون المتصلتين بالرابطة المزدوجة تحتويان على عدد غير متساو من ذرات الهيدروچين"

- تضاف ذرة الهيدروچين إلى ذرة الكربون الأغنى بالهيدروچين والمتصلة بعدد أكبر من ذرات الهيدروچين، بينما تضاف ذرة الهالوچين إلى ذرة الكربون الأفقر بالهيدروچين والمتصلة بعدد أقل من ذرات الهيدروچين ، وتسمى هذه القاعدة **بقاعدة ماركونيكوف**

علل) ١ - بيوتين ألكين غير متماثل بينما ٢ - بيوتين ألكين متماثل ؟



بروبين   ٢ - برومو بروبان

قاعدة ماركونيكوف : "عند إضافة متفاعل غير متماثل (HX أو $H\text{-}OSO_3H$) إلى ألكين غير متماثل فإن الجزء الموجب من المتفاعل يضاف إلى ذرة الكربون الحاملة لعدد أكبر من ذرات الهيدروچين ، والجزء السالب يضاف إلى ذرة الكربون الحاملة لعدد أقل من ذرات الهيدروچين"

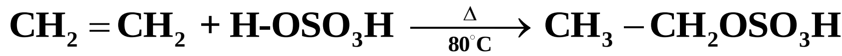
علل) لا يتكون ١ - كلورو بروبان عند إضافة كلوريد الهيدروجين إلى البروبين ؟

(د) إضافة الماء :

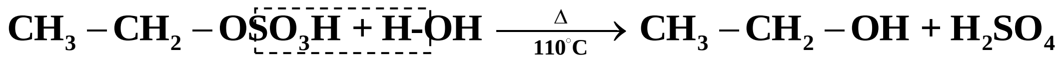
علل) لا يتم إضافة الماء إلى الألكينات إلا في وجود وسط حامضي ؟

جـ : لأن الماء إلكتروليت ضعيف فإن تركيز أيون الهيدروچين الموجب يكون ضعيفاً ولا يستطيع كسر الرابطة المزدوجة وذلك لتوفير أيون الهيدروچين الموجب

يضاف حمض الكبريتيك أولاً إلى الإيثين فيتكون كبريتات الإيثيل الهيدروچينية التي تتحلل مائياً مكونة **إيثانول**

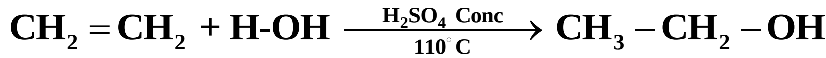


$$CH_2 = CH_2 + H\text{-}OSO_3H \xrightarrow[80^\circ C]{\Delta} CH_3 - CH_2OSO_3H$$



$$CH_3 - CH_2 - OSO_3H + H\text{-}OH \xrightarrow[110^\circ C]{\Delta} CH_3 - CH_2 - OH + H_2SO_4$$

-------- بالجمع --



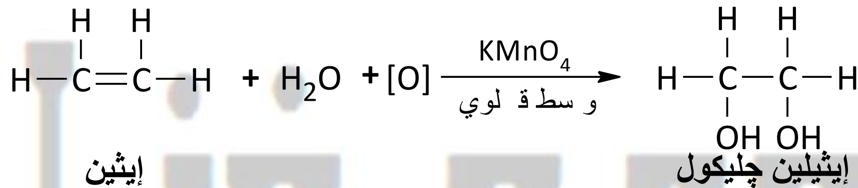
$$CH_2 = CH_2 + H\text{-}OH \xrightarrow[110^\circ C]{H_2SO_4\ Conc} CH_3 - CH_2 - OH$$

(س) كيف تحصل على كبريتات الإيثيل الهيدروجينية من كل من (الإيثين ، والإيثانول) ؟
(س) قارن بالمعادلات بين التحلل الحراري والتحلل المائي كبريتات الإيثيل الهيدروجينية ؟
(س) كيف يمكنك الحصول على الإيثين من الإيثانول والعكس ؟

(٣) الأكسدة :

تتأكسد الألكينات بالعوامل المؤكسدة مثل فوق أكسيد الهيدروچين H_2O_2 وبرمنجنات البوتاسيوم القلوية وتتكون **"مركبات ثنائية الهيدروكسيل"** تعرف **بالچلايكولات**

تفاعل باير : يستخدم هذا التفاعل في الكشف عن الرابطة المزدوجة ، فعند إمرار الإيثين في محلول برمنجنات البوتاسيوم في وسط قلوي يزول لون برمنجنات البوتاسيوم البنفسجية



(س) كيف تميز عملياً بين الإيثين والإيثان ؟
(علل) الإيثيلين جليكول هي المادة الأساسية المانعة لتجمد الماء في مبردات السيارات ؟ **جـ :** لأنها تكون روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء فيمنع تجمع جزيئات الماء مع بعضها على هيئة بلورات ثلج

(٤) البلمرة :

كلمة **(بوليمر)** كلمة لاتينية الأصل معناها عديد الوحدات ، وتعتبر عملية البلمرة من التفاعلات الكيميائية الهامة التي فتحت الباب على مصراعيه لتحضير العديد من المنتجات التي ساهمت في ازدهار الحضارة

البلمرة : **"عبارة عن تجمع عدد كبير من جزيئات مركبات بسيطة غير مشبعة تسمى (مونمر) يتراوح عددها من المائة حتى المليون لتكوين جزيء كبير عملاق له نفس الصيغة الأولية للمركب الأصلي يسمى (بوليمر)"**

الطرق الأساسية لعملية البلمرة

البلمرة بالإضافة	البلمرة بالتكاثف
"هي عملية إضافة أعداد كبيرة جداً من جزيئات مركب واحد صغير وغير مشبع إلى بعضها لتكوين جزيء مشبع كبير جداً له نفس الصيغة الأولية للمركب الأصلي ومضاعفات الأوزان الجزيئي"	**"هي عملية إضافة تتم بين مونمرين مختلفين إلى بعضها ويتبع ذلك فقد جزيء صغير مثل الماء لتكوين بوليمر مشترك"**
مثال : البولي إيثيلين	**مثال :** نسيج الداكرون

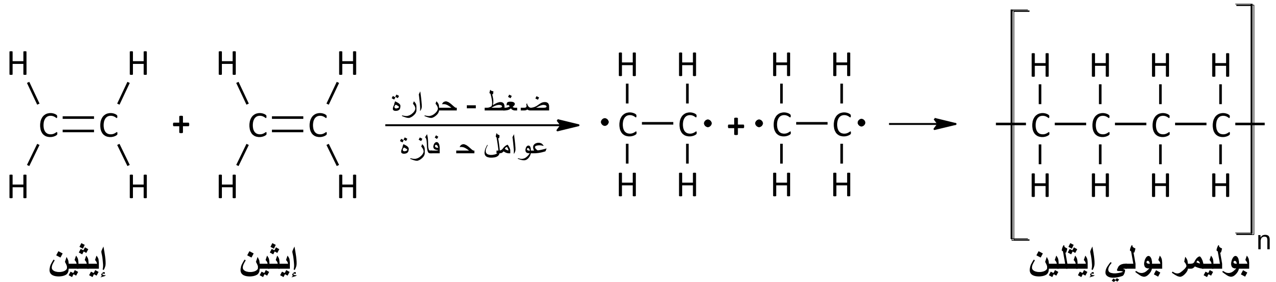
بلمرة الألكينات :

تتميز الألكينات بتكوين بوليمرات بالإضافة ، فعند تسخين الإيثين (كتلته الجزيئية = ٢٨) تحت ضغط كبير (١٠٠٠ ض.ج) في وجود **فوق الأكاسيد كمواد بادئة للتفاعل** ، يتكون البولي الإيثيلين (كتلته الجزيئية = ٣٠٠٠٠)

تفسير عملية بلمرة الإيثين بالإضافة :

١- الرابطة باي تنكسر ويتحرر إلكتروني هذه الرابطة ويصبح لكل ذرة كربون إلكترون حُر

٢- ترتبط ذرات الكربون عن طريق إلكتروناتها الحُرة مع بعضها بروابط تساهمية أحادية مكونة سلاسل طويلة من جزيئات البُوليمر.



يبين الجدول التالي بعض مونمرات الألكينات ومشتقاتها الناتجة بالإضافة وأهم استخداماتها

المونومر	البوليمر	الاسم التجاري	الخواص	الاستخدامات
$CH_2=CH_2$ إيثين	$-[CH_2-CH_2]_n-$ بولي إيثيلين	بولي إيثيلين	لين ويتحمل المـــواد الكيميائية	الرقائق والأكياس البلاستيك الزجاجات البلاستيك الخراطيم
$CH_3-CH=CH_2$ بروبين	$-[CH(CH_3)-CH_2]_n-$ بولي بروبين	بولي بروبيلين P.P	قوي وصلب	السجاد المفارش الشكائر البلاستيك المعلبات
$CHCl=CH_2$ كلورو إيثين (كلوريد ڤينيل)	$-[CHCl-CH_2]_n-$ عديد كلورو إيثين	بولي ڤينيل كلوريد P.V.C	قوي وصلب أو لين	مواسـير الصـرف الصـحي والـري -أنابيـب بلاسـتيك – أحذيـة – خـراطيم ميـاه – عـوازل أسـلاك كهربائيـة – الأرضيـات – زجاجـات الزيـوت – جراكن الزيوت المعدنية
$CF_2=CF_2$ رابع فلورو إيثين	$-[CF_2-CF_2]_n-$ عديد رابع فلورو إيثين	تفلون	يتحمل الحرارة - لا يلتصق - عازل للكهرباء وخامل	تبطين أواني الطهي خيوط جراحية

(٢) الألكاينات (الأسيتيلينات) Alkynes

التعريف : "هي مجموعة الهيدروكربونات مفتوحة السلسلة توجد بين ذرات الكربون في السلسلة الكربونية رابطة ثلاثية واحدة على الأقل"

القانون العام : C_nH_{2n-2}

الألكاينات تكون سلسلة متجانسة ، وكل مركب منها يقل ذرتي هيدروچين عن مثيله من الألكينات ، وبالتالي أربعة ذرات هيدروچين عن مثيله من الألكانات

(علل) تكون الألكاينات سلسلة متجانسة ؟

جـ : لأنها مشتقه من الألكينات بانتزاع ذرتي هيدروچين

أو : لأن كل مركب يسبق الأخر بمجموعة ميثين (CH_2)

أو : هي مجموعة من المركبات يجمعها قانون جزيئي عام تشترك في الخواص الكيميائية وتتدرج في الخواص الفيزيائية

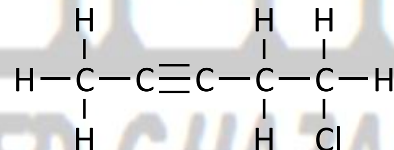
أول مركبات هذه المجموعة الإيثاين (C_2H_2) واسمه الشائع **(الأسيتيلين)** والذي سميت هذه المجوعة باسمه

تسميـــة الألكاينـــات :

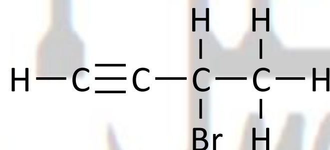
١- نتبع نفس الطريقة السابقة التي استخدمناها في تسمية الألكانات بان نختار أطول سلسلة كربونية متصلة ثم نسمي الألكان المقابل بعد استبدال النهاية **(ان)** بالنهاية **(آين)**

٢- ترقم السلسلة في الطرف القريب للرابطة الثلاثية بغض النظر عن موقع أي مجموعات متفرعة أخرى

٣- يسبق اسم الألكاين رقم ذرة الكربون المتصلة بالرابطة الثلاثية



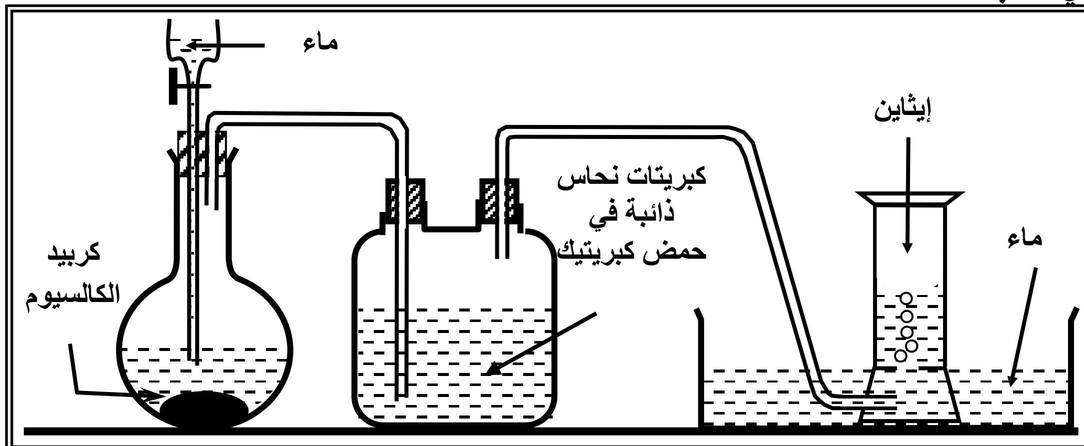
٥ - كلورو - ٢ - بنتاين



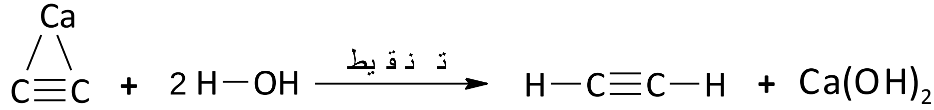
٣ - برومو - ١ - بيوتاين

الإيثاين (الأسيتيلين) Ethyne (H−C≡C−H)

التحضير في المختبر :



يُحضر بتنقيط الماء على كربيد الكالسيوم (ثاني كربيد الكالسيوم) .. باستخدام جهاز كالمبين بالشكل



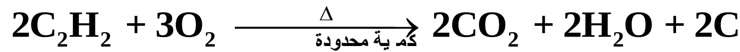
(علل) يمرر غاز الإيثاين قبل جمعه على محلول كبريتات النحاس في حمض الكبريتيك المخفف ؟
جـ : لإزالة غاز الفوسفين **(PH_3)** وغاز كبريتيد الهيدروجين **(H_2S)** الناتجين من الشوائب الموجودة في كربيد الكالسيوم

الخواص الكيميائية للإيثاين :

(علل) الألكاينات مركبات شديدة النشاط ؟
جـ : لأنها تحتوي بين ذرات الكربون على رابطة ثلاثية إحدى هذه الروابط من النوع سيجما (σ) القوية ورابطتين من النوع باي (π) الضعيفة سهلة الكسر

(١) الاحتراق :

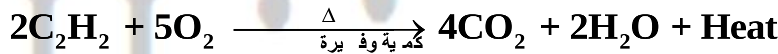
(أ) في كمية محدودة من الهواء : يحترق الإيثاين بلهب مُدخن ، وذلك لعدم احتراق الكربون تماماً



$$2C_2H_2 + 3O_2 \xrightarrow[\text{كمية محدودة}]{\Delta} 2CO_2 + 2H_2O + 2C$$

(علل) يحترق الإيثاين بلهب مدخن في كمية محدودة من الهواء ؟
جـ : لعدم احتراق كل كمية الكربون الموجودة في الأسيتلين

(ب) في كمية وفيرة من الهواء : يحترق الإيثاين تماماً معطياً ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء من خلال تفاعل طارد للحرارة



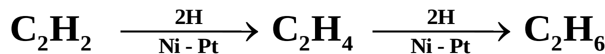
$$2C_2H_2 + 5O_2 \xrightarrow[\text{كمية وفيرة}]{\Delta} 4CO_2 + 2H_2O + Heat$$

(علل) يستخدم لهب الأكسي أسيتيلين في لحام وقطع المعادن ؟
(جـ) لأن درجة حرارة التفاعل (٣٠٠٠°م) كافية للحام وقطع المعادن

(٢) الإضافة :

(علل) تتم الإضافة في الألكاينات على مرحلتين ؟
جـ : لأنها تحتوي على رابطتين باي (π) بجانب الرابطة سيجما (σ) فتتم الإضافة على مرحلتين حيث تتحول الرابطة إلى رابطة ثنائية ثم إلى رابطة أحادية

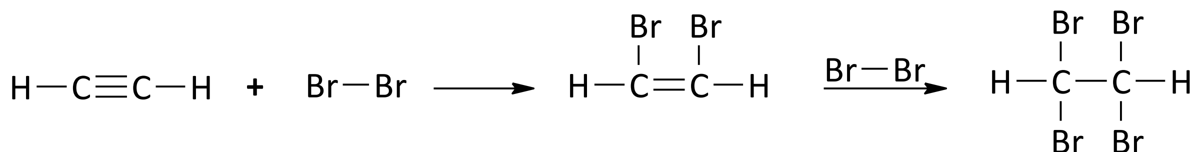
(أ) الهدرجة : وتتم في وجود النيكل المجزأ .. **هل تتذكر لماذا ؟**



$$C_2H_2 \xrightarrow[\text{Ni - Pt}]{2H} C_2H_4 \xrightarrow[\text{Ni - Pt}]{2H} C_2H_6$$

(ب) الهلجنة :

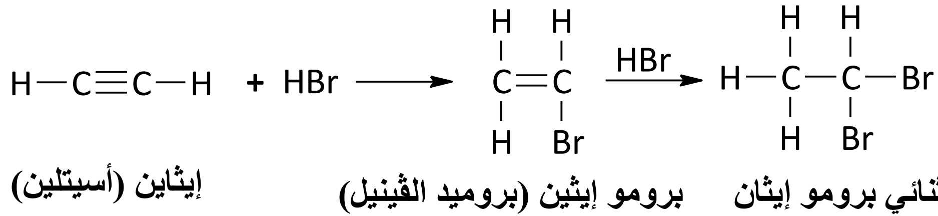
(س) كيف تميز عملياً بين الإيثاين والإيثان ؟
جـ : بإضافة محلول البروم المذاب في رابع كلوريد الكربون يُزال لون البروم الأحمر مع الإيثاين لأنه يكشف عن عدم التشبع في جزيء الإيثاين ، ولا يزول اللون الأحمر للبروم مع الإيثان لأنه لا يتفاعل بالإضافة



إيثاين (أسيتلين) **١ ، ٢ ثنائي برومو إيثين** **١ ، ١ ، ٢ ، ٢ رباعي برومو إيثان**

(علل) تستخدم مواد مهدئة عند تفاعل الكلور مع الألكاينات ؟
جـ : لأنها تتفاعل معها بشدة وقد يكون التفاعل مصحوباً بلهب وضوء

(جـ) إضافة الأحماض الهالوجينية (HX) :



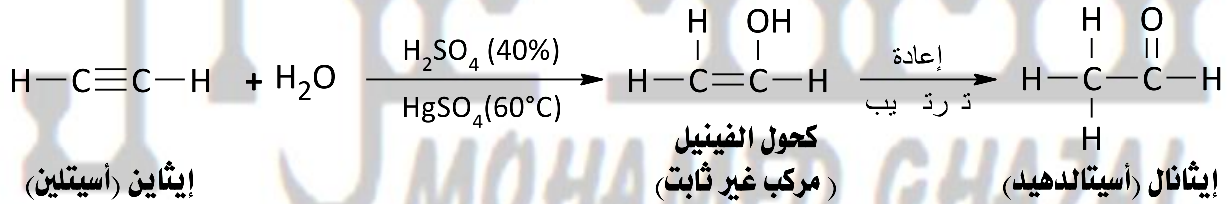
إيثاين (أسيتلين)   برومو إيثين (بروميد الڤينيل)   ١ ، ١ ثنائي برومو إيثان

(علل) عند إضافة بروميد الهيدروجين إلى بروميد الفينيل يتكون (١ ، ١ ثنائي برومو إيثان) ولا يتكون (١ ، ٢ ثنائي برومو إيثان) ؟
جـ : لأن الإضافة تتم طبقاً لقاعدة ماركونيكوف حيث تضاف ذرة الهيدروجين إلى ذرة الكربون الحاملة لعدد أكبر من ذرات الهيدروجين وتضاف ذرة البروم إلى ذرة الكربون الحاملة لعدد أقل من ذرات الهيدروجين

(س) مبتدئاً بالأسيتلين كيف تحصل على كل من :
(١) ١ ، ١ ثنائي برومو إيثان   (٢) ١ ، ٢ ثنائي برومو إيثان

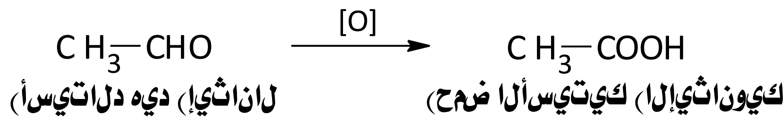
(د) إضافة الماء (الهيدرة الحفزية) :

يتفاعل الإيثاين مع الماء بالإضافة وذلك في وجود عوامل حفازة مثل حمض الكبريتيك (٤٠%) وكبريتات الزئبق عند ٦٠°م لتكوين الأسيتالدهيد



إيثاين (أسيتلين)   (مركب غير ثابت)   إيثانال (أسيتالدهيد)

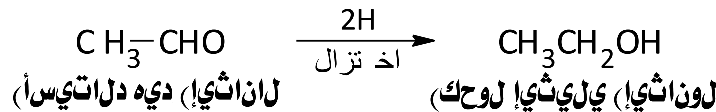
يستغل هذا التفاعل في صناعة حمض الإيثانويك (الأسيتيك أو الخليك) وذلك بأكسدة الإيثانال (الأسيتالدهيد)



$$CH_3-CHO \xrightarrow{[O]} CH_3-COOH$$

أسيتالدهيد (إيثانال)   حمض الأسيتيك (الإيثانويك)

ويمكن كذلك الحصول على الإيثانول (الكحول الإيثيلي) باختزال الإيثانال (الإسيتالدهيد)



$$CH_3-CHO \xrightarrow[\text{اختزال}]{2H} CH_3CH_2OH$$

أسيتالدهيد (إيثانال)   كحول إيثيلي (إيثانول)

التقويـــم الثاني (الألكينات والألكاينات)

السؤال الأول : أكتب المصطلح العلمي أو الاسم الكيميائي الدال على العبارات التالية :

١- هيدروكربونات أليفاتية توجد بين ذرات الكربون في جزيئاتها رابطة مزدوجة أو أكثر صيغته العامة C_nH_{2n}
٢- أول أفراد الألكينات واسمه الشائع الإيثيلين.
٣- تفاعلات كسر الرابطة باي (π) في المركبات غير المشبعة لتحويلها إلى مركبات مشبعة.
٤- تسخين كبريتات الإيثيل الهيدروچينية عند ١٨٠°م لتكوين الإيثين وحمض الكبريتيك.
٥- تفاعل الألكينات أو الألكاينات مع الهيدروچين في وجود عوامل حفازة مثل النيكل أو البلاتين.
٦- عملية إضافة الهيدروجين إلى الزيوت النباتية لتحويلها إلى مسلى صناعي في وجود النيكل.
٧- مركبات مُشبعة تنتج من هدرجة الزيوت غير المشبعة.
٨- إضافة الهالوچينات إلى الألكينات لتحويلها إلى مركبات مشبعة.
٩- الألكين الذي تكون ذرتي الكربون المتصلتين بالرابطة المزدوجة تحتويان على عدد متساو من ذرات الهيدروچين.
١٠- الألكين الذي تكون ذرتي الكربون المتصلتين بالرابطة المزدوجة تحتويان على عدد غير متساو من ذرات الهيدروچين.
١١- قاعدة تستخدم عند إضافة متفاعل غير متماثل إلى ألكين غير متماثل. (مصر أول ١٠)

✱ عند إضافة متفاعل غير متماثل $(H\text{-}OSO_3H\ ,\ HX)$ إلى ألكين غير متماثل فإن الجزء الموجب من المتفاعل يضاف إلى ذرة الكربون الحاملة لعدد أكبر من ذرات الهيدروچين، والجزء السالب يضاف إلى ذرة الكربون الحاملة لعدد أقل من ذرات الهيدروچين.

١٢- تفاعل إضافة الماء إلى الألكينات أو الألكاينات في وجود عوامل حفازة. (أزهر أول ١٢)
١٣- تسخين كبريتات الإيثيل الهيدروچينية مع الماء عند ١١٠°م لتكوين الإيثانول وحمض الكبريتيك.
١٤- مركبات ثنائية الهيدروكسيل.
١٥- تفاعل إمرار غاز الإيثين في محلول قلوي من برمنجنات البوتاسيوم. (السودان أول ١٠)
١٦- المادة الأساسية المانعة لتجمد الماء في مبردات السيارات.
١٧- عملية ارتباط أعداد كبيرة جداً من جزيئات مركب واحد صغير غير مشبع لتكوين جزيء كبير جداً من مركب مشبع.
١٨- هيدروكربونات أليفاتية مفتوحة السلسلة توجد بين ذرات الكربون في جزيئاتها رابطة ثلاثية واحدة على الأقل وصيغتها C_nH_{2n-2}
١٩- غاز يحترق في وفرة من غاز الأكسچين ويعطي لهب يستخدم في لحام وقطع المعادن (مصر ثان ٠٩)
٢٠- لهب حرارته مرتفعة ينتج من تفاعل الإيثاين مع وفرة من غاز الأكسچين.
٢١- كحول غير مشبع ينتج كمركب وسطي عند الهيدرة الحفزية للأسيتيلين.
٢٢- المركب الثابت الناتج من هيدرة الأسيتلين حفزياً (أزهر أول ١٠)

السؤال الثاني : علل لما يأتي :

١- تكون الألكينات سلسلة متجانسة.
٢- لا يوجد مركب يسمى الميثين.
✱ تبدأ سلسلة الألكينات بذرتين كربون.
٣- عند تحضير الإيثين يمرر الغازات الناتجة على محلول هيدروكسيد الصوديوم.
٤- الألكانات مركبات مُشبعة بينما الألكينات مركبات غير مُشبعة.
✱ الإيثان من الهيدروكربونات المُشبعة بينما الإيثيلين من الهيدروكربونات غير المُشبعة.
٥- الأوليفينات أكثر نشاطاً من البارافينات. (مصر أول ٠٣)
٦- استخدام النيكل أو البلاتين في هدرجة الزيوت النباتية.

٧- يزول لون ماء البروم الأحمر عند إضافة البروم المذاب في رابع كلوريد الكربون إلى الإيثين.
٨- ١ – بيوتين ألكين غير متماثل بينما ٢ – بيوتين ألكين متماثل.
٩- لا يتكون ١ – كلورو بروبان عند إضافة كلوريد الهيدروچين إلى البروبين.
١٠- تتم هيدرة الألكينات في وسط حمضي **(أزهر أول ٠٩)**
✱ لا تتم هيدرة الإيثين إلا في وجود حمض الكبريتيك المركز. **(مصر أول ٠٩)**
١١- تختلف نواتج تحلل كبريتات الإيثيل الهيدروچينية مائياً عن نواتج تحللها حرارياً.
١٢- يزول لون محلول برمنجنات البوتاسيوم البنفسجي في وسط قلوي عند إمرار غاز الإيثين فيه.
(مصر أول ٩٩)
١٣- يستخدم تفاعل باير للكشف عن وجود الرابطة المزدوجة.
١٤- يعتبر تفاعل باير من تفاعلات الإضافة.
١٥- يستخدم الإيثيلين چليكول كمادة مانعة لتجمد الماء في مبردات السيارات. **(مصر ثان ٠٩)**
١٦- تبطن أواني الطهي بمادة التفلون.
١٧- تُصنع الخيوط الجراحية من مادة التفلون.
١٨- تكون الألكاينات سلسلة متجانسة.
١٩- مركبات الألكاينات نشيطة جداً. **(مصر أول ٠٧ ، أزهر أول ١٢)**
٢٠- الألكاينات أكثر نشاطاً من الألكينات ومن الألكانات. **(مصر أول ٠٧)**
٢١- يمرر غاز الإيثاين قبل جمعه على محلول كبريتات النحاس في حمض الكبريتيك. **(أزهر أول ١٢)**
٢٢- تتم تفاعلات الإضافة في الألكينات على خطوة واحدة ، بينما تتم على خطوتين في الألكاينات.
٢٣- يشتعل الإيثاين في بعض الأحيان بلهب مُدخن.
٢٤- يستخدم لهب الأكسي أسيتيلين في قطع ولحام المعادن.
٢٥- لا يستخدم البروم الذائب في رابع كلوريد الكربون للتمييز بين الإيثيلين والإيثاين. **(أزهر أول ١٠)**
٢٦- تستخدم مواد مهدئة عند تفاعل الكلور مع الألكاينات.
٢٧- إضافة هاليد الهيدروچين إلى الألكين يتوقف على نوع الألكين.
٢٨- لا يتكون ١، ٢ – ثنائي كلورو إيثان عند إضافة كلوريد الهيدروچين إلى كلوريد الفينيل.

السؤال الثالث : اكتب الصيغة الجزيئية والبنائية لكل من :

١- هيدروكربون أليفاتي غير مشبع يحتوي على أربع ذرات كربون ورابطتين مزدوجتين.
٢- هيدروكربون أليفاتي غير مشبع به رابطة مزدوجة وخمس ذرات كربون.
٣- هيدروكربون أليفاتي غير مشبع به رابطة مزدوجة وثماني ذرات هيدروجين.
٤- ألكين متماثل به أربع ذرات كربون.
٥- ألكين غير متماثل به أربع ذرات كربون.
٦- هيدروكربون غير مُشبع ينتج من التحلل الحراري لكبريتات الإيثيل الهيدروچينية عند ١٨٠°م.
٧- ٣ – ميثيل – ١ – بنتين **(مصر ثان ٠٦)**
٨- ٤ – كلورو – ٤ – ميثيل – ٢ – بنيتن **(مصر أول ٠٧)**
٩- ٢ – ميثيل – ٣ – هكسين
١٠- ٤ – بروبيل – ٢ – هبتين
١١- هيدروكربون أليفاتي غير مشبع به ست ذرات كربون وثلاثة روابط ثلاثية.
١٢- هيدروكربون أليفاتي غير مشبع به ست ذرات هيدروچين ورابطة ثلاثية واحدة.

السؤال الرابع : اكتب الصيغ البنائية للمركبات التالية ، ثم اكتب التسمية الصحيحة له تبعاً لنظام الأيوباك:

١- (٢ – ميثيل – ٣ – كلورو – ١ – هكسين)
٢- (١، ١ ثنائي ميثيل – إيثين)

-٣ (١ – كلورو – ٣ – بيوتين)
-٤ (٤ – كلورو – ٣ – بيوتاين)
-٥ (٣ – إيثيل – ١ – بيوتاين)
-٦ (٤ – بنتاين)
-٧ (٥ – هكساين)
-٨ (٣ – بروبيل – ١ – بنتاين)

السؤال الخامس : اذكر اسم كل مركب من المركبات التالية تبعاً لنظام الأيوباك :

١	$Cl-CH_2-CH_2-CH=CH_2$ (مصر أول ٠٧)	٢	$H_3C-CH=CH-CH_2-CH_3$
٣	$H_2C=CH-CH(CH_3)-CH_3$	٤	$Cl-CH_2-CH=CH-CH_3$
٥	$H_2C=CH-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$	٦	$H_2C=CH-CH(C_2H_5)-CH_3$
٧	$H_3C-C(CH_3)_2-C\equiv C-CH_3$	٨	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-C\equiv CH$
٩	$H_3C-C\equiv C-CH_2-CH_2Cl$	١٠	$H-C\equiv C-CH(Br)-CH_3$
١١	$H_3C-CH_2-CH(CH_2-CH_2-CH_3)-C\equiv C-H$ (مصر ثان ٠٨ ، مصر أول ١٠)	١٢	$H_3C-C\equiv C-CH(CH_2-CH_3)-CH_3$

السؤال السادس : اكتب المعادلات الكيميائية التي توضح كل من :

-١ **تفاعل الإيثين مع :** (أ) الهيدروچين. (ب) هاليدات الهيدروچين.
(جـ) ماء البروم. (د) محلول قلوي من برمنجنات البوتاسيوم.

-٢ تفاعل هلجنة.
-٣ تفاعل بلمرة بالإضافة.
✱ الحصول على بولي إيثيلين من الإيثين.
-٤ تفاعل هدرجة.
✱ الحصول على الإيثان من الأسيتيلين.
-٥ تفاعل أكسدة.
✱ الحصول على الإيثيلين جليكول من الإيثيلين.
-٦ تفاعل نزع ماء.
✱ الحصول على الإيثين من الإيثانول. **(أزهر أول ٩٦)**
-٧ تفاعل هيدرة حفزية.
✱ الحصول على الأسيتالدهيد من الأسيتيلين.
✱ الحصول على الإيثانول من الإيثين. **(أزهر أول ٩٨)**
-٨ الحصول على الإيثان من الإيثانول.
-٩ التحلل المائي لكبريتات الإيثيل الهيدروچينية عند ١١٠°م. **(مصر أول ٠٤)**
-١٠ التحلل الحراري لكبريتات الإيثيل الهيدروچينية عند ١٨٠°م..

١١- الحصول على كحول ثنائي الهيدروكسيل (إيثيلين جليكول) من كحول أحادي الهيدروكسيل (إيثانول) **(مصر ثان ٩٦)**

١٢- الحصول على ١، ٢ – ثنائي برومو إيثان من الإيثانول. **(أزهر أول ١٠)**

١٣- احتراق الإيثاين في وفرة من الأكسچين. **(مصر ثان ٠٨)**

١٤- احتراق الإيثاين في كمية محدودة من الأكسچين.

١٥- إضافة بروميد الهيدروچين إلى البروبين. **(مصر أول ٠٦)**

١٦- إضافة بروميد الهيدروچين إلى ٢ – ميثيل – ١ – بروبين.

١٧- تنقيط الماء على كربيد الكالسيوم ثم إضافة البروم للمركب الناتج. **(مصر أول ٠٦ ، مصر ثان ٠٩)**

١٨- الحصول على الأسيتالدهيد من كربيد الكالسيوم. **(مصر أول ٩٥)**

١٩- الهيدرة الحفزية للأسيتيلين ثم أكسدة المركب الناتج.

٢٠- تحويل الأسيتيلين إلى ميثان.

٢١- الحصول على ١، ١ ثنائي برومو إيثان من الأسيتيلين.

٢٢- الحصول على ١، ٢ ثنائي برومو إيثان من الأسيتيلين.

السؤال السابع : اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١- عدد ذرات الكربون في جزئ الألكين الذي يحتوي على ١٠ ذرات الهيدروچين .... **(مصر ثان ٠٩)**

(أ) ٣ (ب) ٤ (جـ) ٥ (د) ٦

٢- تعتبر الألكينات والألكاينات من الهيدروكربونات ....

(أ) الأليفاتية المشبعة مفتوحة السلسلة. (ب) الأليفاتية الحلقية غير المشبعة.

(جـ) الأليفاتية غير المشبعة مفتوحة السلسلة. (د) الأليفاتية الحلقية المشبعة.

٣- جميع الألكينات التالية متماثلة عدا ....

(أ) $H_2C=CH_2$

(ب) $H_3C-C(CH_3)=C(CH_3)-CH_3$

(جـ) $H_3C-CH=CH-CH_3$

(د) $H_3C-CH=CH_2$

٤- إضافة كاشف غير متماثل إلى ألكين غير متماثل يتبع قاعدة ....

(أ) هوند (ب) شيف (جـ) ماركونيكوف (د) باير

٥- صيغة البوليمر الذي يستخدم في تبطين أواني الطهي ....

(أ) $-[CF(Cl)-CF_2]_n-$

(ب) $-[CF_2-CF_2]_n-$

(جـ) $-[CF(Cl)-CF(Cl)]_n-$

(د) $-[CFH-CF(Cl)]_n-$

٦- يعتبر المركب العضوي الذي له الصيغة **(C_3H_6)** من الهيدروكربونات ....

(أ) الأليفاتية غير المشبعة. (ب) الأليفاتية المشبعة.

(جـ) الحلقية غير المشبعة. (د) الأروماتية.

٧- يمكن الكشف عن عدم التشبع في جزيء الإيثيلين أو الإيثاين باستخدام ....

(أ) ماء الأكسچين. (ب) ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة.

(جـ) البروم الذائب في رابع كلوريد الكربون. (د) جميع ما سبق.

٨- تختلف الألكانات عن الألكينات في أنها تعتبر من ....
(أ) الهيدروكربونات. (ب) المركبات التي تتفاعل بالإضافة.
(جـ) المركبات المشبعة. (د) المركبات ذات الصيغة الجزيئية C_nH_{2n}

٩- يتفاعل البروم مع الإيثين وينتج ....
(أ) برومو إيثان. (ب) ١، ٢ – ثنائي برومو إيثان.
(جـ) ١، ٢ – ثنائي برومو إيثين. (د) ١، ١ – ثنائي برومو إيثان.

١٠- يتم التفاعل بين البروم والإيثين في السؤال السابق بواسطة ....
(أ) الإضافة (ب) التعادل. (جـ) التكاثف. (د) غير ذلك.

١١- تعتبر عملية تكوين البولي إيثيلين من أمثلة بلمرة ....
(أ) التكاثف (ب) الإضافة (جـ) الاستبدال (د) النزع

١٢- ينتج مركب (٢ – برومو – ٢ – ميثيل بروبان) عند إضافة HBr إلى ....
(أ) $H_3C-CH(CH_3)-CH_3$ (ب) $H_3C-C(CH_3)=CH_2$
(جـ) $H_3C-CH_2-CH_3$ (د) $H_3C-CH=CH_2$

١٣- عند تفاعل حمض الهيدروبروميك مع البروبين يتكون ينتج .... (مصر أول ٠٦)
(أ) بروميد البروبيل (ب) ١، ٢ – ثنائي برومو بروبين
(جـ) ٢ – برومو بروبان (د) ١ – برومو بروبان

١٤- عند تنقيط الماء على كربيد الكالسيوم ينتج غاز .... (مصر أول ٠٦)
(أ) الميثان (ب) الإيثاين (جـ) الإيثين (د) الإيثان

السؤال الثامن : أجب عن الأسئلة التالية :

أولاً : اذكر استخدام واحد لكل من :

(١) الإيثين **(٢)** النيكل المجزأ
(٣) (NaOH) في تحضير الإيثين **(٤)** ماء البروم الأحمر
(٥) قاعدة ماركونيكوف **(٦)** حمض الكبريتيك المركز في الهيدرة
(٧) الإيثيلين جليكول **(٨)** البلمرة
(٩) فوق الأكاسيد في بلمرة الإيثين **(١٠)** بولي إيثيلين
(١١) بولي بروبيلين (P.P) (مصر ثان ٠٧) **(١٢)** بولي ڤينيل كلوريد (P.V.C)
(١٣) التفلون (أزهر أول ٠٩) **(١٤)** تفاعل باير
(١٥) لهب الأكسي أسيتيلين **(١٦)** كبريتات الزئبقيك
(١٧) محلول كبريتات النحاس في حمض الكبريتيك المخفف

ثانياً : كيف تميز عملياً بين كل من :

(١) الإيثان والبروبين.
(٢) الميثان والإيثين. (مصر ثان ٠٦ ، مصر ثان ٠٩)
(٣) الإيثان والإيثاين.

ثالثاً : بين بالمعادلات الرمزية ورسم الجهاز المستخدم لتحضير كل من :

(١) غاز الإيثين. (مصر ثان ١١)
(٢) غاز الأسيتيلين. (مصر ثان ٠٨ ، مصر أول ٠٩)

رابعاً : تلعب البوليمرات دور هاماً في حياتنا اليومية فهي تدخل في العديد من الصناعات الهامة :

١- **ما المقصود بكل مما يلي :**
(أ) البلمرة. **(ب)** بلمرة الإضافة. **(جـ)** بلمرة التكاثف.

٢- **وضح بالمعادلات خطوات تكوين بوليمر البولي إيثيلين.**

٣- **اذكر استخداماً واحداً لكل من البوليمرات التالية ، ثم اكتب التركيب الكيميائي له.**
(أ) بولي إيثيلين. (ب) بولي كلوريد الڤينيل.
(جـ) بولي بروبيلين. (د) بولي رباعي فلورو إيثين.

٤- **اكتب صيغة المونمرات اللازمة لتحضير البوليمرات التالية :**

(أ)	$-[CHCl-CHCl]_n-$	**(ب)**	$-[CH(CH_3)-CH_2]_n-$	**(جـ)**	$-[CH_2-CH_2]_n-$
(د)	$-[CF_2-CF_2]_n-$	**(هـ)**	$-[CH_2-CHCl]_n-$	**(و)**	$-[C(CH_3)_2-CH_2]_n-$

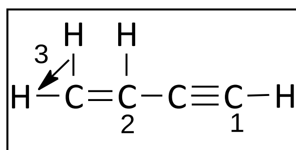
٥- **ارسم ثلاثة وحدات متكررة "ترايمر" تتكون بالإضافة للمونيمرات التالية :**
(أ) رباعي فلورو إيثين. **(ب)** (٢ – ميثيل – ١ – بروبين)
(جـ) ڤينيل أسيتيلين. **(د)** الإيثين
(هـ) (١، ٢ – ثنائي كلورو إيثين)

خامساً : اشرح تفاعل الإيثين مع كل من المركبات التالية :
(أ) الهيدروچين. **(ب)** البروم المذاب في رابع كلوريد الكربون.
(جـ) هاليد الهيدروچين. **(د)** الماء في وجود عامل حفاز.

سادساً : هيدروكربون أليفاتي غير مشبع ذو سلسلة مفتوحة صيغته الجزيئية C_5H_{10}

١- إلى أي أقسام الهيدروكربونات ينتمي.
٢- اكتب الصيغ المحتملة لهذا الهيدروكربون بحيث يكون أثنين منهم **"بنتين"** وأثنين آخرين **"ميثيل بيوتين"**
٣- سمِّ كل صيغة من الصيغ السابقة تبعاً لنظام الأيوباك.
٤- اكتب نواتج إضافة كل مما يلي إلى كل صيغة من الصيغ السابقة ، ثم سمِّ المركب الناتج في كل حالة.
(أ) الهيدروچين في وجود النيكل. **(ب)** البروم الذائب في رابع كلوريد الكربون.
(جـ) كلوريد الهيدروچين.

سابعاً : يعتبر الڤينيل أسيتيلين من الهيدروكربونات الأليفاتية غير المشبعة التي تتميز بوجود رابطة ثنائية وأخرى ثلاثية في تركيبه الممثل بالشكل التالي :



١- احسب عدد الروابط سيجما وباي الموجودة في الڤينيل أسيتيلين.
٢- كم عدد مولات الهيدروچين اللازمة لتحويله لمركب مشبع؟
٣- ما اسم المركب المشبع الذي يتحول إليه عند إضافة الهيدروچين طبقاً لنظام الأيوباك؟
٤- ما نوع تهجين ذرات الكربون المشار إليها بالأرقام ١، ٢ ؟
٥- ما قيمة الزاوية المشار إليها بالرقم ٣ ؟
٦- يعتبر البولي ڤينيل أسيتيلين أحد البوليمرات الهامة التي تتكون ببلمرة الإضافة.
(أ) ما المقصود ببلمرة الإضافة.
(ب) اكتب صيغة ثلاثة وحدات متكررة من الڤينيل أسيتيلين.

ثامناً : بالاستعانة بالجدول التالى ، أجب عن الأسئلة التى تليه :

١	ميثان	٢	إيثيلين	٣	إيثاين
٤	إيثان	٥	هكسان عادي	٦	بروبين

١- اكتب الصيغة البنائية لكل مركب من المركبات الموجودة بالجدول :

٢- حدد المركب (أو المركبات) الذي ينتمي إلى :

(أ) الألكانات.

(ب) الألكينات.

(جـ) الألكاينات.

(د) الألكينات غير المتماثلة.

٣- استخدم المركب المناسب للحصول على كل مما يلي : (موضحاً إجابتك بالمعادلات الكيميائية)

(أ) مركب استخدم قديماً كمخدر.

(ب) ألدهيد (إيثانال).

(جـ) الإيثانول.

(د) بوليمر يستخدم في صناعة رقائق وأكياس البلاستيك.

(هـ) الإيثان من مركبين مختلفين.

(و) بوليمر يستخدم في صناعة السجاد والمفارش والمعلبات.

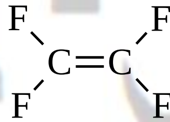
تاسعاً : أجب عن الأسئلة التالية :

١- اكتب الصيغة البنائية للمركب **٣ – ميثيل – ١ – بيوتين** ثم أجب عما يلي : **(مصر ثان ٠٨)**

(١) ما هو عدد مولات الهيدروچين اللازمة للتفاعل مع واحد مول من هذا المركب للحصول على مركب مشبع؟

(٢) اكتب معادلة تفاعله مع محلول برمنجنات البوتاسيوم في وسط قلوي.

٢- يحضر البوليمر **(P.T.F.E.)** من بلمرة المونيمر **(أزهر أول ٠٩)**



(١)ما اسم المونيمر المستخدم.

(٢)ما اسم البوليمر الناتج تبعاً لنظام الأيوباك ، وما اسمه التجاري.

(٣)اذكر استخدامين لهذا البوليمر.

ثانيــاً : الهيدروكربونــات الحلقيــة

(١) الحلقة المشبعة – الألكانات الحلقية :

التعريف: **"هي هيدروكربونات أليفاتية حلقية مشبعة، تحتوي جزيئاتها على ثلاثة ذرات كربون فأكثر"**

الصيغة العامة: **(C_nH_{2n})** وهي نفس الصيغة الجزيئية للألكينات الأليفاتية

(علل) الألكانات الحلقية والألكينات التي تحتوي على نفس عدد ذرات الكربون من المتشابهات الجزيئية ؟

التسمية: لا تختلف تسميتها عن مثيلتها غير الحلقية سوى وضع **(سيكلو)** في المقدمة ، أو **(حلقي)** في النهاية لتدل على التركيب الحلقي

اسم المركب بنظام الأيوباك	بروبان حلقي (سيكلو بروبان)	بيوتان حلقي (سيكلو بيوتان)	بنتان حلقي (سيكلو بنتان)	هكسان حلقي (سيكلو هكسان)
الصيغة البنائية				
الصيغة الجزيئية	C_3H_6	C_4H_8	C_5H_{10}	C_6H_{12}
الزوايا بين الروابط	٦٠°	٩٠°	تقترب من ١٠٩°	

(علل) البروبان الحلقي والبيوتان الحلقي أكثر نشاطاً من البروبان والبيوتان العادي ؟

جـ : لأن الزوايا بين الروابط في البروبان الحلقي ٦٠° بينما تساوي ٩٠° في البيوتان الحلقي وهي تقل عن الزوايا ١٠٩° /٢٨ الموجودة في الألكانات غير الحلقية مثل البروبان والبيوتان العادي وتؤدي هذه الزوايا الصغيرة إلى تداخل ضعيف بين الأوربيتالات الذرية ، وبالتالي يكون الارتباط بين ذرات الكربون ضعيفاً في هذه المركبات لذا نجد أنها نشطة للغاية

(س) كيف تميز عملياً بين كل من : البروبان العادي ، والبروبان الحلقي ؟

جـ : البروبان الحلقي يكون مع الهواء خليط شديد الإحتراق بينما البروبان العادي أقل نشاطاً بكثير فاحتراقه يكون عادي

(علل) السيكلو بنتان والسيكلو هكسان مركبان مستقران (ثابتان) ؟

جـ : لأن الزوايا بين الروابط تقترب من ١٠٩° /٢٨ وبالتالي يكون التداخل بين الأوربيتالات قوياً وتكون روابط سيجما القوية

(٢) الهيدروكربونات الحلقية غير المشبعة (المركبات الأروماتية العطرية) :

** ميز الكيميائيون القدماء بين نوعين من المركبات العضوية هما المركبات الأليفاتية والمركبات الأروماتية

	المركبات الأليفاتية (الدهنية)	المركبات الأروماتية (العطرية)
التعريف	"المركبات العضوية المشتقة من الأحماض الدهنية"	"المركبات العضوية المشتقة من بعض الراتنجات وبعض المنتجات الطبيعية ولها روائح عطرية مميزة"
نسبة الهيدروجين	بها نسبة عالية من الهيدروچين	بها نسبة اقل من الهيدروچين
أول أفرادها	الميثان CH_4	البنزين العطري C_6H_6

(علل) تسمية المركبات الأروماتية بالمركبات العطرية ؟

ملاحظة : توجد المركبات العطرية في شكل حلقة بنزين واحدة أو حلقتين أو أكثر بمشتقاتهم العديدة

البنزين العطري	النفثالين	الصيغة البنائية للإطلاع فقط
C_6H_6 **البنزين العطري**	$C_{10}H_8$ **النفثالين**	**البنزوبيرين** مادة توجد في دخان السجائر وهي مسببة للسرطان

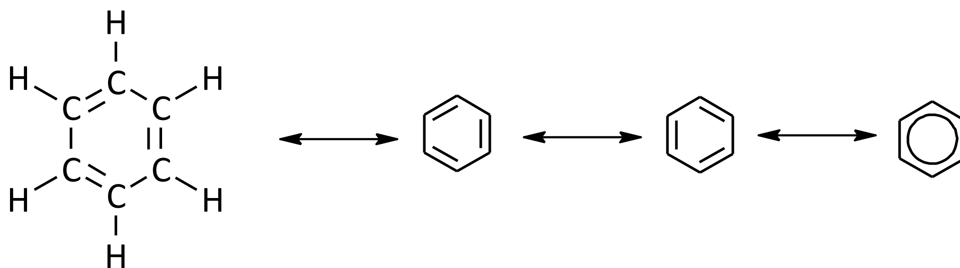
ملاحظة : بنزين السيارات هو الجازولين الذي يختلف تركيبه تماماً عن البنزين العطري

الصيغة البنائية للبنزين :

(علل) استغرق التعرف على الصيغة البنائية للبنزين سنوات طويلة ؟

جـ : لأنه : (١) يتفاعل بالإضافة وبالإحلال **(٢)** طول الروابط بين ذرات الكربون وسط بين طول الرابطة الأحادية والمزدوجة ، وغيرها من الخواص التي حيرت العلماء مدة طويلة

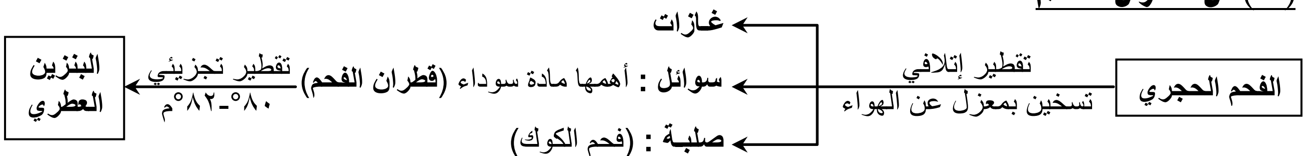
⌘ توصل العالم **(كيكولي Kekule)** عام ١٩٣١م إلى الشكل السداسي الحلقي للبنزين



ملاحظة : تدل الحلقة داخل الشكل السداسي على عدم تمركز الإلكترونات الستة عند ذرات كربون معينة

تحضير البنزين في الصناعة :

(١) من قطران الفحم :



(٢) من المشتقات البترولية الأليفاتية :

(أ) من الهكسان العادى (إعادة التشكيل المحفزة) : يمرر الهكسان العادي في درجة حرارة مرتفعة على عامل حفاز يحتوي على البلاتين

$$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3 \xrightarrow[Pt]{\text{حرارة}} C_6H_6 + 4H_2$$

الهكسان العادي → **البنزين العطري**

(س) ما هو أثر عملية إعادة التشكيل المحفزة على الهبتان العادي ؟

جـ :

$$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3 \xrightarrow[Pt]{\text{حرارة}} C_6H_5CH_3 + 4H_2$$

الهبتان العادي → **الطولويـن**

(ب) بلمرة الإيثـاين (البلمـرة الحلقيـة) : إمرار الإيثـاين (الأسيتيلين) فـي أنبوبـة من النيكل مُسخنة لدرجة الاحمرار

$$3\,C_2H_2 \xrightarrow[\text{مسخنة للاحمرار}]{\text{أنبوبة من النيكل}} C_6H_6$$

الأسيتلين (الإيثاين) → **البنزين العطري**

(س) مبتدئاً بكربيد الكالسيوم .. كيف تحصل على البنزين العطري ؟	**(مصر أول ٩٦)**

(٣) من الفينول : إمرار بخار الفينول على مسحوق الزنك الساخن الذي يختزل الفينول إلى البنزين

$$C_6H_5OH + Zn \xrightarrow{\Delta} C_6H_6 + ZnO$$

الفينـول → **البنزين العطري**

تحضير البنزين في المختبر :

يحضـر البنـزين نقيـاً فـي المختبـر مـن التقطيـر الجـاف لملـح بنـزوات الصـوديوم مـع الجيـر الصـودي .. **(بنفس طريقة تحضير الميثان)**

$$C_6H_5COONa + NaOH \xrightarrow[\Delta]{CaO} C_6H_6 + Na_2CO_3$$

بنزوات الصوديوم → **البنزين العطري**

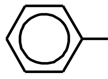
(س) وضح أثر التقطير الجاف في وجود الجير الصودي لكل من :	
(١) أسيتات الصوديوم	**(٢) بنزوات الصوديوم**

تسميـة مشتقـات البنزيـن :

(١) أحادية الإحلال : تسمى بذكر اسم الذرة أو المجموعة الداخلة مصحوباً بكلمة بنزين وتهاجم الذرة أو المجموعة الداخلة أي ذرة من الذرات الستة المتكافئة في الحلقة

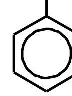
C_6H_5Cl	$C_6H_5NO_2$	C_6H_5OH	$C_6H_5CH_3$
كلورو بنزين	**نيترو بنزين**	**هيدروكسي بنزين (فينول)**	**ميثيل بنزين (طولوين)**

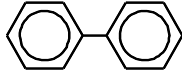
شق الآريل Aryl radical (Ar-) : **"هو الشق الناتج من نزع ذرة هيدروجين من المركب الأروماتي ويرمز له برمز (Ar) فعند نزع ذرة هيدروجين"**



مثـــال: شق الآريل الناتج من جزيء البنزين يسمى **شق الفينيل Phenyl (-** C_6H_5 **-)**







$C_6H_5 - C_6H_5$

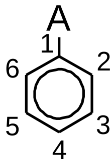
ثنائي الفينيل

٢ ـ فينيل بروبان

> **س) ما الفرق بين ثنائي الفينيل والنفثالين ؟ أكتب الصيغة الجزيئية والبنائية لكل منهما ؟**

(٢) ثنائية الإحلال :

إذا كان البنزين ثنائي الإحلال فيوجد في ثلاثة متشابهات هي :



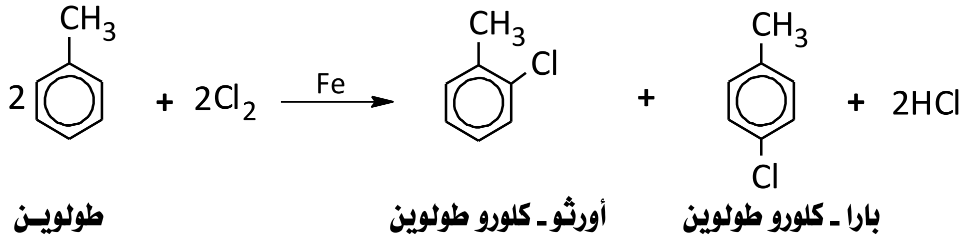
(١) أورثو (ortho) ويرمز لها بالرمز (-o) الموضعين (٢ ، ٦)
(٢) ميتا (meta) ويرمز لها بالرمز (-m) الموضعين (٣ ، ٥)
(٣) بارا (para) ويرمز لها بالرمز (-p) الموضع (٤)

➢ التسمية الشائعة A، أورثو، أورثو، ميتا، ميتا، بارا	Cl، Br أورثو برومو كلورو بنزين أورثو كلورو برومو بنزين **١ – برومو – ٢ – كلورو بنزين [تسمية الأيوباك]**
➢ تسمية الأيوباك نضع للفرعين أقل أرقام ممكنة وتعطى الأرقام حسب الترتيب الهجائي	Cl، NO_2 ميتا نيترو كلورو بنزين ميتا كلورو نيترو بنزين **١ – كلورو – ٣ – نيترو بنزين [تسمية الأيوباك]**

⌑ يعتمد نوع الناتج على طبيعة المجموعة البديلة الموجودة أصلاً **(A)** وقد توجد أنها تنقسم إلى نوعين ⌑

١) مجموعات موجهة للموقعين أرثو وبارا :

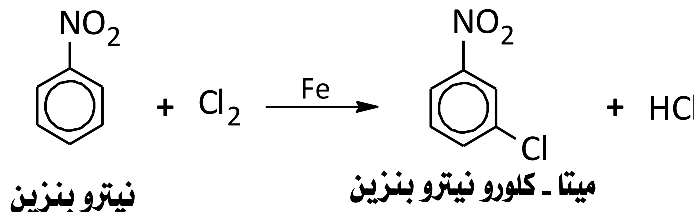
وتشمل كل من : مجموعة الألكيل **(-R)** ، ومجموعة الهيدروكسيل **(-OH)** ، ومجموعة الأمينو **($-NH_2$)** ، وذرة الهالوجين **[(-X) : -F , -Cl , -Br , -I]**



طولويـن — **أورثو ـ كلورو طولوين** — **بارا ـ كلورو طولوين**

٢) مجموعات موجهة للموقع ميتا :

وتشمل كل من : مجموعة الألدهيد **(-CHO)** ، ومجموعة الكيتون **(=C=O)** ، ومجموعة الكربوكسيل **(-COOH)** ، ومجموعة النيترو **($-NO_2$)**



نيترو بنزين — **ميتا ـ كلورو نيترو بنزين**

(٣) ثلاثية الإحلال :

إذا كان البنزين ثلاثي الإحلال فلا يمكن استخدام التعبيرات أرثو وميتا وبارا ولكن نتبع القاعدة التالية :

تسمية الأيوباك		
➢ ترقيم الحلقة مروراً بالاتجاه الذي يحدد موقع المجموعات بأصغر الارقام الممكنة.	Cl, NO_2, Br	١ – برومو – ٤ – كلورو – ٣ – نيترو بنزين (✗) ٤ – برومو – ١ – كلورو – ٢ – نيترو بنزين (✓)
➢ ترتيب المجموعات أبجدياً حسب أسمائها اللاتينية بغض النظر عن الأرقام التي تحددها المجموعات.	NO_2, O_2N, CH_3	١، ٣ – ثنائي نيترو – ٥ – ميثيل بنزين (✗) ١ – ميثيل – ٣، ٥ – ثنائي نيترو بنزين (✓)
➢ إذا تشابه ترقيم المجموعات نبدأ ترقيم المجموعات أبجدياً حسب أسمائها اللاتينية.	F, Cl, Br	٣ – برومو – ٢ – كلورو – ١ – فلورو بنزين (✗) ١ – برومو – ٢ – كلورو – ٣ – فلورو بنزين (✓)

تـــدريـــب : اكتب تسمية الأيوباك الصحيحة لكل من :

①	②	③	④	⑤	⑥
Cl, CH_3, Br	Cl, Br, Br	Cl, Cl, Br	CH_3, Br, Cl	Cl, CH_3, Br	Cl, Cl, CH_3

الخواص العامة للبنزين :

أولاً : الخواص الفيزيائية :

(١) سائل شفاف
(٢) لا يمتزج بالماء
(٣) له رائحة مميزة
(٤) يغلي عند ٨٠°م
(٥) يشتعل مصحوباً بدخان أسود مما يعني أنه يحتوي على نسبة كبيرة من الكربون

(علل) البنزين العطري يشتعل مصحوباً بدخان أسود ؟

ثانيـاً : الخـواص الكيميائيـة :

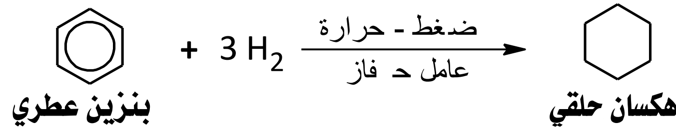
(علل) يتفاعل البنزين بنوعين من التفاعلات هما الإضافة والإحلال ؟

جـ : لوجود الروابط المزدوجة والأحادية

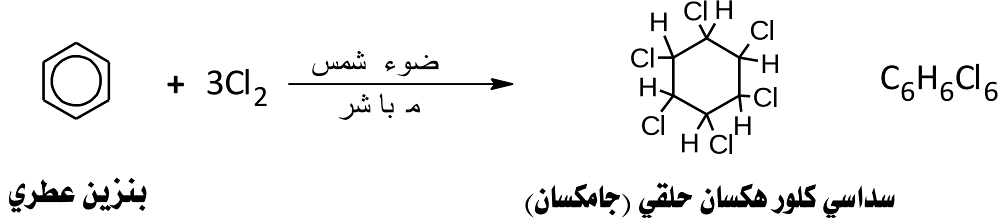
(أ) **تفاعلات الإضافة** :

بالرغم من احتواء جزيء البنزين على روابط مزدوجة إلا أن تفاعلات الإضافة في البنزين صعبة ولا تحدث إلا تحت ظروف خاصة ... **هل يمكنك تفسير هذه العبارة ؟**

أولاً : إضافة الهيدروچين (الهدرجة) : يتفاعل البنزين مع الهيدروچين بالضغط والحرارة وفي وجود عامل حفاز لينتج سداسي هيدرو بنزين أو الهكسان الحلقي



ثانياً : إضافة الهالوجين (الهلجنة) : يتفاعل البنزين مع الكلور أو البروم في ضوء الشمس ويتكون سداسي هالو الهكسان الحلقي، مع الكلور يتكون المبيد الحشري المعروف بـ **(الجامكسان)**



بنزين عطري **سداسي كلور هكسان حلقي (جامكسان)**

(ب) تفاعـلات الإحـلال :

(علل) تعتبر تفاعلات الإحلال هي التفاعلات المهمة للبنزين ؟ **جـ :** لأنه يتم في هذه التفاعلات استبدال ذرة هيدروجين أو أكثر بذرات أو مجموعات أخرى وبالتالي تمكننا من الحصول على مركبات لها أهمية اقتصادية كبيرة

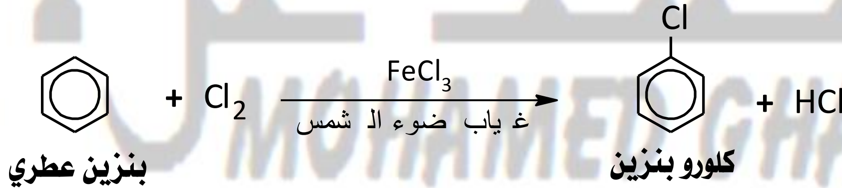
أولاً : الهلجنة :

المشتقات الهالوجينية للمركبات الأروماتية :

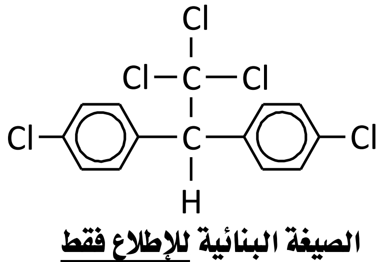
يمكن استبدال ذرة أو أكثر من ذرات هيدروجين حلقة البنزين بذرات هالوجين في وجود عامل حفاز مناسب

١) كلورو بنزين :

يتفاعل البنزين مع الكلور في غياب ضوء الشمس **(ضوء شمس غير مباشر)** وفي وجود كلوريد الحديد **(III)** كعامل حفاز معطياً كلورو بنزين



بنزين عطري **كلورو بنزين**



الصيغة البنائية للإطلاع فقط

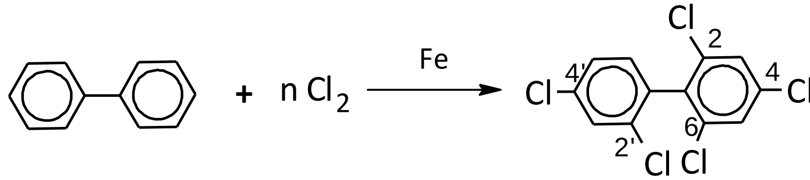
٢) د.د.ت (D.D.T) :

تنتج هاليدات الآريل بكميات كبيرة لاستخدامها كمبيدات حشرية ومن أكثرها استخداماً مبيد **(د.د.ت D.D.T)** المعروف وهو **ثـنائي كلورو ثـنائي فينيل ثلاثي كلورو إيثان**

(علل) مبيد د.د.ت شديد السُمية ؟ **جـ :** بسبب الجزء $CH - CCl_3$ من الجزيء يذوب في النسيج الدهني للحشرة فيقتلها
(علل) اُستخدم د.د.ت منذ تصنيعه في عام ١٩٣٩م قبل الحرب العالمية الثانية استخداماً كبيراً **جـ :** لسميته الشديدة على جميع أنواع الحشرات التي تصيب النبات والحيوان وحتى الحشرات التي تصيب الجنود أثناء الحرب ، وهو مركب ثابت مما يضمن استمرار فاعليته لمده أطول دون الحاجة لتكرار رشه
(علل) وصف مركب د.د.ت بأنه أقبح مركب حُضّر في تاريخ الكيمياء ، وتحريم استخدامه في كثير من البلدان **جـ :** بسبب المشاكل البيئية التي ظهرت نتيجة استخدامه ، فبقاءه في البيئة دون تحلل أدى إلى : **(١)** قتل الحشرات النافعة مثل النحل **(٢)** تسرب مع مياه الأمطار ومياه الصرف إلى الأنهار والبحيرات وقتل الأسماك والكائنات البحرية أي تسرب إلى السلسلة الغذائية حتى وصل للإنسان

٣) بولي كلورو ثنائي الفينيل (PCB) Polychlorinated biphenyl :

تُحضر من تفاعل الكلور مع مركب ثنائي الفينيل حيث يحل الكلور محل عدد من ذرات الهيدروجين وينتج أكثر من ٢٠٠ مركب مختلف تبين المعادلة التالية واحداً منهم



ثنائي الفينيل — **٢، ٤، ٦، ٢´، ٤´ خماسي كلورو ثنائي الفينيل**

(**للإيضاح فقط**)

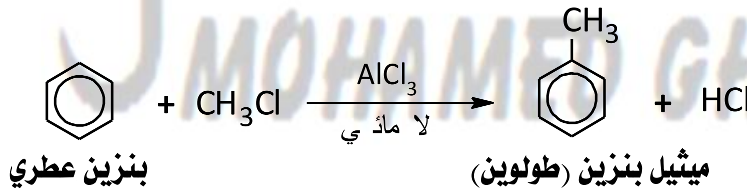
مميزات مركبات عديد كلورو ثنائي الفينيل (PCB) :

(١) ثباتها الشديد حتى ٨٠٠°م. **(٢)** مواد عازلة للحرائق لخمولها الكيميائي.
(٣) مواد لاصقة. **(٤)** صناعة الدهانات.
(٥) صناعة الأحبار. **(٦)** صناعة المبيدات الحشرية.

(علل) **تستخدم مركبات عديد كلورو ثنائي الفينيل كمواد عازلة للحرائق**
(علل) **خطورة مركبات عديد كلورو ثنائي الفينيل على صحة الإنسان** (علل) **حُرم استخدام مركبات عديد كلورو ثنائي الفينيل في الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٧٩م** **جـ : حيث ظهر تأثيرها في :** **(١)** تورم المفاصل **(٢)** اختلال وظائف الكبد **(٣)** آلام العيون والسمع **(٤)** تشوه المواليد

ثانياً : الألكلة Alkylation : **تفاعل فريدل – كرافت** Friedel – Craft

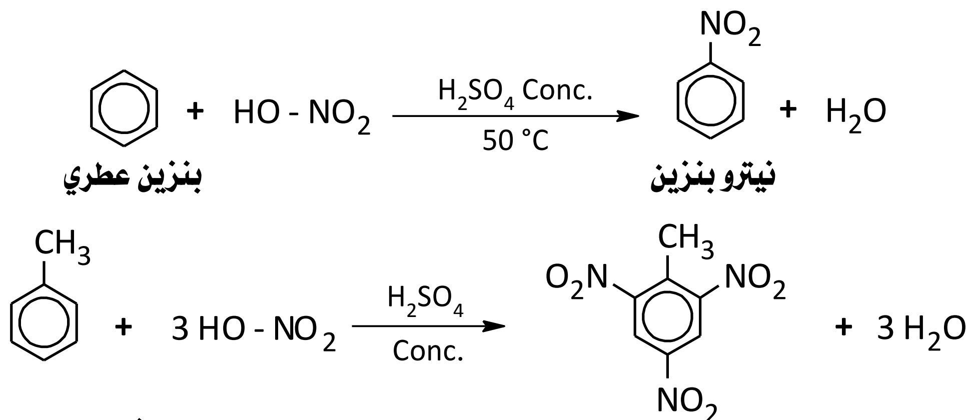
"هو تفاعل البنزين مع هاليدات الألكيل (RX) فتحل مجموعة الألكيل محل ذرة هيدروجين في حلقة البنزين ويتكون ألكيل بنزين ، ويتم هذا التفاعل في وجود مادة حفازة مثل كلوريد الألومنيوم اللامائي"



بنزين عطري — **ميثيل بنزين** (**طولوين**)

ثالثاً : النيترة Nitration :

"هو تفاعل البنزين مع حمض النيتريك في وجود حمض الكبريتيك المركز ، فتحل مجموعة النيترو ($-NO_2$) محل ذرة هيدروجين في حلقة البنزين"



ميثيل بنزين (**طولوين**) — **٢، ٤، ٦ ثلاثي نيترو طولوين (T.N.T)**

(س) مبتدئاً بالبنزين كيف تحصل على كل من :
(١) أرثو وبارا نيترو كلورو بنزين (٢) ميتا كلورو نيترو بنزين

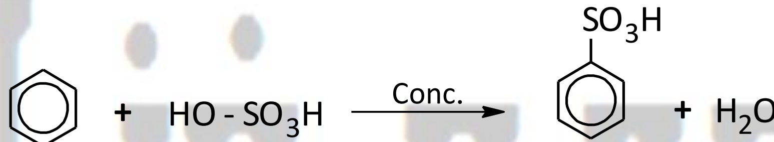
(علل) مركبات عديد النيترو العضوية مواد شديدة الانفجار ؟
جـ : وذلك لأنها تحترق بسرعة وتنتج كمية كبيرة من الحرارة والغازات للأسباب التالية :
(١) جزيئاتها تحتوي على وقودها الذاتي وهو الكربون **(٢)** الأكسجين هو المادة المؤكسدة
(٣) ضعف الرابطة المنكسرة **(N-O)** في مجموعة النيترو
(٤) قوة الرابطتين المتكونتين **(C-O)** في ثاني أكسيد الكربون ، والرابطة **(N-N)** في جزيء النيتروچين

- ومن مركبات النيترو العضوية المتفجرة التي أنتج منها ملايين الأطنان خلال الحرب العالمية الثانية ومازال إنتاجها مستمراً مادة **T.N.T** وهي ثلاثي نيترو الطولوين ، وتحضر بتفاعل خليط النيترة **(حمض النيتريك وحمض الكبريتيك المركزين بنسبة ١:١)** مع الطولوين

(س) عرف كل من : (١) T.N.T (٢) خليط النيترة

(س) اكتب تسمية الأيوباك الصحيحة لـ T.N.T

رابعاً : السلفنة Sulphonation :
"هي إدخال مجموعة السلفونيك ($-SO_3H$) محل ذرة هيدروچين في حلقة البنزين"
ويتم ذلك بتفاعل البنزين العطري مع حمض الكبريتيك المركز فيتكون حمض بنزين السلفونيك



بنزين عطري — حمض بنزين السلفونيك

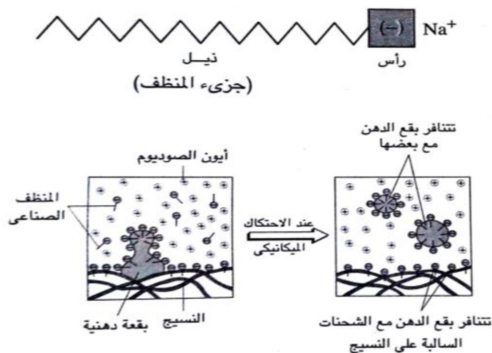
المنظفات الصناعية : **"هي مواد تقوم صناعتها أساساً على مركبات حمض السلفونيك الأروماتية بعد معالجتها بالصودا لنحصل على الملح الصوديومي القابل للذوبان في الماء"**



ألكيل حمض بنزين السلفونيك — الملح الصوديومي لألكيل حمض بنزين السلفونيك

مكونات المنظفات الصناعية :
(١) الذيـــل : وهو عبارة عن السلسلة الكربونية الطويلة وهي **كارهة للماء**
(٢) الرأس : وهو عبارة عن مجموعة متأينة وهي **محبة للماء**

كيفيـة عمـل المنظفـات :



(١) عند ذوبان المنظف في الماء تترتب جزيئاته بحيث يتجه
- **الذيل (الكاره للماء)** ناحية البقع الدهنية والنسيج
- **الـرأس (المحـب للمـاء)** ناحيـة المـاء وينفصـل الشـق الموجب منها في الماء ، وعليه فإن البقعة الدهنية تحاط بالعديد من جزيئات المنظف الصناعي التي تحمل رؤوسها شحنة سالبة

(٢) عند أي احتكاك ميكانيكي تتنافر رؤوس الجزيئات التي تحيط بالبقع الدهنية مع رؤوس الجزيئات التي تحيط بالنسيج (لأن كل منهما يحمل شحنة كهربية **سالبة**) وهكذا تنفصل البقع الدهنية عن النسيج

التقويـــم الثالث (الألكانات الحلقية والمركبات الأروماتية)

السؤال الأول : أكتب المصطلح العلمي أو اسم العالم الدال على العبارات التالية :

١- هيدروكربونات أليفاتية حلقية مُشبعة تحتوي على ثلاثة ذرات كربون فأكثر وصيغتها العامة C_nH_{2n}
٢- المركبات العضوية المُشتقة من الأحماض الدهنية.
٣- المركبات العضوية المُشتقة من بعض الراتنجات وبعض المنتجات الطبيعة ولها روائح عطرية مُميزة
٤- العالِم الذي استدل على الصيغة البنائية للبنزين. **(مصر ثان ٠٨)**
٥- تسخين الفحم الحجري بمعزل عن الهواء.
٦- مادة سائلة سوداء ناتجة من التقطير الإتلافي للفحم الحجري.
٧- مادة ناتجة من التقطير التجزيئي لقطران الفحم في درجة حرارة من ٨٠° - ٨٢°م
٨- طريقة تحضير البنزين من الهكسان العادي عند إمراره على عامل حفاز من البلاتين تحت درجة حرارة عالية. **(أزهر أول ٠٩)**
٩- إمرار الأسيتيلين على أنبوبة من النيكل مُسخنة لدرجة الاحمرار.
١٠- الشق الناتج من نزع ذرة هيدروچين من المركب الأروماتي ويرمز له بالرمز (-Ar).
١١- سائل شفاف لا يمتزج بالماء له رائحة عطرية ويشتعل مصحوباً بدُخان أسود.
١٢- تفاعل البنزين مع الهيدروچين بالضغط والحرارة في وجود عامل حفاز.
١٣- إحلال ذرة الهالوچين محل ذرة هيدروچين في حلقة البنزين.
١٤- عملية إحلال مجموعة النيترو ($-NO_2$) محل ذرة هيدروچين في حلقة البنزين.
١٥- عملية إحلال مجموعة السلفونيك ($-SO_3H$) محل ذرة هيدروچين في حلقة البنزين. **(أزهر أول ٠٩)**
١٦- عملية تفاعل البنزين مع هاليدات الألكيل في وجود كلوريد الألومنيوم. **(مصر أول ٠٥)**
١٧- مركب وصم بأنه أقبح مُركب حُضر في تاريخ الكيمياء.
١٨- مُركبات عضوية ثابتة حرارياً ، وعازلة للحرائق لخمولها الكيميائي.
١٩- خليط من حمض النيتريك وحمض الكبريتيك المركزين بنسبة ١ : ١
٢٠- مركبات عضوية هامة تنتج عند معالجة مركبات حمض الألكيل بنزين سلفونيك بواسطة الصودا الكاوية.
✱ مواد تقوم صناعياً أساساً على مركبات حمض السلفونيك الأروماتية بعد معالجتها بالصودا الكاوية لنحصل على الملح الصوديومي القابل للذوبان في الماء.

السؤال الثاني : علل لما يأتي :

١- البروبان الحلقي أكثر نشاطاً من البروبان العادي. **(مصر أول ٠٩)**
٢- السيكلو بنتان والسيكلو هكسان مركبان مستقران (ثابتان). **(أزهر أول ٠٩)**
٣- البروبان الحلقي والبروبين مركبان أيزوميران.
٤- تسمية المركبات الأروماتية بالمركبات العطرية.
٥- استغرق التعرف على الصيغة البنائية للبنزين سنواتاً طويلة.
٦- البنزين العطري يشتعل مصحوباً بدخان أسود.
٧- يتفاعل البنزين بالإحلال والإضافة.
٨- تعتبر تفاعلات الإحلال هي التفاعلات المهمة للبنزين.
٩- يستخدم مُبيد د.د.ت (D.D.T) كمبيد حشري.
١٠- لا يُفضل الآن استخدام د.د.ت (D.D.T) كمُبيد حشري في معظم بلدان العالم. **(أزهر أول ٠٩)**
✱ وصِم مركب د.د.ت (D.D.T) بأنه أقبح مُركب حُضر في تاريخ الكيمياء.
١١- خطورة مركبات عديد كلورو ثنائي الفينيل على صحة الإنسان.
✱ حُرّم استخدام مركبات عديد كلورو ثنائي الفينيل في الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٧٩م.

١٢- تُعتبر مركبات عديد النيترو العضوية مثل T.N.T شديدة الانفجار. (مصر أول ٠٦ ، السودان أول ١٠)
١٣- للمُنظفات الصناعية دور هام في إزالة البُقع والقاذورات من الأنسجة والملابس.
١٤- نيترة الكلورو بنزين تُعطي مركبين بينما كلورة النيترو بنزين تُعطي مركباً واحداً.
١٥- عند تفاعل النيترو بنزين مع الكلور لا يتكون أرثو كلورو نيترو بنزين. (مصر أول ٠٩)
١٦- دُخان السجائر له أضرار جسيمة على صحة الإنسان.

السؤال الثالث : اكتب الصيغة الجزيئية والبنائية لكل من :

١- هيدروكربون حلقي مُشبع به ست ذرات كربون.
* هيدروكربون مُشبع حلقي ينتج عند هدرجة البنزين.
٢- هيدروكربون حلقي مُشبع به عشر ذرات هيدروچين.
* هيدروكربون حلقي به خمس ذرات كربون وكل الروابط فيه أحادية.
٣- البروبان الحلقي (مصر ثان ٠٧)
٤- هيدروكربون حلقي غير مُشبع به ثلاث روابط مزدوجة وست ذرات كربون.
* هيدروكربون حلقي غير مُشبع ينتج من البلمرة الحلقية للإيثاين.
٥- هيدروكربون أليفاتي مُشبع يُستخدم لتحضير البنزين بطريقة إعادة التشكل المحفزة.
٦- هيدروكربون أليفاتي مُشبع يُستخدم لتحضير الطولوين بطريقة إعادة التشكل المحفزة.
٧- هيدروكربون حلقي غير مُشبع به عشر ذرات كربون وثمان ذرات هيدروچين.
* النفثالين (مصر ثان ٠٧ ، أزهر أول ٠٩)
٨- ثنائي الفينيل (أزهر أول ٠٩)
٩- ١ ، ٣ ثنائي برومو بنزين (مصر ثان ٠٦)
١٠- ٢ – فينيل بروبان (مصر ثان ٠٦ ، السودان أول ١٠)
١١- ناتج إمرار بخار الفينول الساخن فوق مسحوق الزنك.
١٢- مركب ينتج من كلورة البنزين في ضوء الشمس المباشر. (مصر أول ٠٦)
١٣- ناتج نيترة الكلوروبنزين
١٤- ناتج كلورة النيترو بنزين. (مصر أول ٠٨)

السؤال الرابع : اكتب المعادلات الكيميائية التي توضح كل مما يلي :

١- تحويل ألكان عادي (هكسان عادي) إلى ألكان حلقي (هكسان حلقي).
٢- تحويل ألكان عادي إلى مادة متفجرة.
٣- تحضير حمض بنزين سلفونيك من الهكسان العادي.
٤- تحويل الفينول إلى طولوين.
٥- الحصول على مُبيد حشري من الأسيتلين.
٦- الحصول على أرثو وبارا نيترو كلورو بنزين بدءاً من البنزين.
٧- أثر مسحوق الزنك الساخن في تحضير البنزين. (مصر ثان ٠٧)
٨- إمرار بخار الفينول فوق الزنك الساخن ثم كلورة المركب الناتج في ضوء الشمس المباشر.
* تحويل الفينول إلى چامكسان.
* الحصول على الچامكسان من حمض الكربوليك.
٩- تحويل الهكسان العادي إلى نيترو بنزين.
١٠- نيترو بنزين من بنزوات الصوديوم. (مصر ثان ٠٦)
١١- حمض بنزين سلفونيك من بنزوات الصوديوم. (مصر أول ٠٧)
١٢- التقطير الجاف لكل من أسيتات وبنزوات الصوديوم.

١٣- الحصول على الطولوين من بنزوات الصوديوم

١٤- إمرار الماء فوق كربيد الكالسيوم ثم إمرار الغاز الناتج في أنابيب من النيكل مُسخنة لدرجة الاحمرار.

✱ الحصول على البنزين من كربيد الكالسيوم. (مصر أول ٩٦)

السؤال الخامس : اكتب أسماء المركبات التالية تبعاً لنظام الأيوباك :

م	المركب	م	المركب
١	CH_3 ، O_2N ، NO_2 ، NO_2	٢	Br ، NO_2 ، Cl
٣	(خماسي حلقي)	٤	$H_3C-CH-CH_2-CH-CH_3$
٥	Cl ، NO_2	٦	CH_3 ، Cl
٧	Br ، Br	٨	Cl ، Cl ، Br (مصر أول ٠٧)
٩	Cl ، Br ، Br	١٠	NO_2 ، O_2N ، CH_3
١١	H ، C ، H	١٢	$H_3C-CH-CH_3$ (مصر أول ١٠)

السؤال السادس : اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١- يُطلق على الهيدروكربونات المُشبعة التي تحتوي جزيئاتها على ثلاث ذرات كربون أو أكثر وتوجد في شكل حلقي ....

(أ) الألكانات (ب) الألكانات الحلقية (جـ) الألكاينات (د) المركبات الأروماتية

٢- يُمكن للبنزين العطري أن يتفاعل بـ ....

(أ) الاستبدال فقط (ب) الإضافة فقط (جـ) النزع (د) الاستبدال والإضافة

٣- يعتبر الهكسان الحلقي من أمثلة الهيدروكربونات ....

(أ) الأليفاتية غير المشبعة (ب) الأليفاتية المُشبعة الحلقية

(جـ) الأليفاتية المُشبعة مفتوحة السلسلة (د) الأروماتية

٤- يعتبر البنزين والنفثالين من أمثلة الهيدروكربونات ....

(أ) الأليفاتية غير المشبعة (ب) الأليفاتية المُشبعة

(جـ) الحلقية المُشبعة (د) الحلقية غير المُشبعة (الأروماتية)

٥- قيمة الزوايا بين الروابط في جزيء البيوتان الحلقي تساوي ....
(أ) ٢٨/ ١٠٩° (ب) ٦٠° (جـ) ٩٠° (د) ١٠٧°

٦- أكثر المركبات العضوية التالية نشاطاً هو ....
(أ) البروبان الحلقي (ب) البروبان العادي (جـ) البنتان الحلقي (د) الهكسان الحلقي

٧- ينتج عن كلورة النيترو بنزين ....
(أ) ميتا كلورو نيترو بنزين (ب) بارا كلورو نيترو بنزين
(جـ) أورثو كلورو نيترو بنزين (د) خليط من (ب،جـ) معاً

٨- ينتج عن نيترة الكلورو بنزين ....
(أ) ميتا كلورو نيترو بنزين (ب) بارا كلورو نيترو بنزين
(جـ) أورثو كلورو نيترو بنزين (د) خليط من (ب،جـ) معاً

٩- تقوم صناعة المُنظفات الصناعية أساساً على مركبات ....
(أ) حمض السلفونيك الأروماتية (ب) حمض السلفونيك الأليفاتية
(جـ) أملاح حمض السلفونيك الأروماتية (د) أملاح حمض السلفونيك الأليفاتية

١٠- لتحضير المركب التالي (NO_2 ، Cl) يتم ....
(أ) كلورة البنزين ثم نيترة المركب الناتج (ب) ألكلة البنزين ثم نيترة المُركب الناتج
(جـ) نيترة البنزين ثم ألكلة المركب الناتج (د) نيترة البنزين ثم كلورة المُركب الناتج

السؤال السابع : أجب عن الأسئلة التالية :

أولاً : بالاستعانة بالجدول التالى أجب عن الأسئلة التى تليه :

١	$H_3C-CH=CH_2$	٢	$H_2C=CH_2$	٣	(هكسين حلقي)
٤	$H-C\equiv C-H$	٥	(بنزين)	٦	(تولوين CH_3)

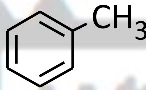
اختر من الجدول السابق المركب (أو المركبات) الذي :

١- يتفاعل مع جزيئين من البروم ويعطي مركب عضوي يحتوي على أربع ذرات بروم .. (رباعي برومو .....)
٢- يتفاعل مع جزيء واحد من البروم في وجود عامل حفاز ويعطي مُركب عضوي يحتوي على ذرة بروم واحدة .. (أحادي برومو .....)
٣- يتفاعل مع جزيء بروم واحد ويعطي مركب عضوي يحتوي على ذرتي بروم .. (ثنائي برومو ....)
٤- يتفاعل مع جزيئين من البروم ويعطي مركبين بكل منهما ذرة بروم واحدة.
٥- يتفاعل مع جزيء HBr ، وتتم الإضافة طبقاً لقاعدة ماركونيكوف.
٦- يضيف جزيء هيدروجين واحد ويتحول إلى ألكان حلقي.
٧- ينتج عن الهيدرة الحفزية له ألدهيد.
٨- يستخدم لتحضير مركب شديد الانفجار.
٩- يتفاعل بالإضافة والاستبدال.
١٠- يحتوي على ثلاث روابط من النوع باي.

ثانياً : اختر من العمودين (ب) ، (جـ) ما يناسب العمود (أ) :

(أ) المُركب	(ب) الصيغة الكيميائية	(جـ) القسم الذي ينتمي إليه
١- هكسان حلقي	(.....) $HC\equiv C-CH(CH_3)-CH_3$	(.....) ألكان
٢- (٢، ٣ – ثنائي ميثيل – ٢ – بيوتين)	(.....) $H_3C-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_3$	(.....) ألكين
٣- (٣ – ميثيل – بيوتاين)	(.....) $H_3C-C(CH_3)=C(CH_3)-CH_3$	(.....) ألكاين
٤- أرثو نيترو كلورو بنزين	(.....) $H_2C=C(CH_3)-CH(CH_3)-CH_3$	(.....) مُركب أروماتي
٥- (٢، ٣ – ثنائي ميثيل بيوتان)	(.....) (حلقة سداسية)	(.....) ألكان حلقي
	(.....) (بنزين: Cl ، NO_2 أرثو)	
	(.....) (بنزين: Cl ، NO_2 ميتا)	

ثالثاً : اذكر استخدام واحد لكل من :

١- مركب (T.N.T) (أزهر أول ٠٩)
٢-  (مصر ثان ٠٦)
٣- مركب (D.D.T)
٤- بنزوات الصوديوم.
٥- الچامكسان
٦- مركبات حمض السلفونيك الأروماتية

رابعاً : ما الاسم الكيميائي لكل من :

١- T.N.T (أزهر أول ٠٩) ٢- P.C.B ٣- D.D.T

خامساً : عند تفاعل الكالسيوم مع الكربون تكون المركب **(A)** الذي عند تنقيط الماء عليه تكون المركب **(B)** وعند إضافة الماء إلى المركب **(B)** في وجود مواد حفازة والتسخين تكون السائل **(C)** وعند إمرار المركب **(B)** في أنبوبة من النيكل مسخنة للإحمرار تكون بخار المركب **(D)** .. **من المعلومات السابقة :**

١- اكتب المعادلات الكيميائية التي توضح ما يلي :

أ) الحصول على ١،١ – ثنائي كلورو إيثان من المركب **(B)**

ب) تأثير حمض الكبريتيك المركز على المركب **(D)**

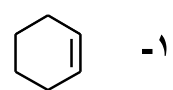
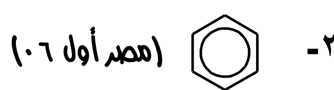
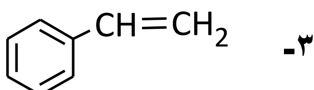
٢- اذكر استخدام واحد للمركب **(C)** (مصر أول ٠٨)

سادساً : أحد هذه المركبات هو بداية الحصول على خليط من أورثو وبارا كلوروطولوين

النفثالين – بنزوات الصوديوم – أسيتات الصوديوم – البنزوبيرين

اكتب المعادلات الكيميائية الموزونة التي توضح ذلك. (مصر أول ٠٦)

سابعاً : ما عدد مولات الهيدروچين اللازم إضافتها لكل مول من المركبات الآتية لتحويله لمركب مشبع :

١- 
٢-  (مصر أول ٠٦)
٣- 

مشتقات الهيدروكربونـــات

مقدمـــة :

اعتمد تصنيف المركبات العضوية في الماضي على خواصها الفيزيائية مثل الرائحة والطعم وبعض خواصها الكيميائية ومع تقدم طرق التحليل الكيميائي وجِد أن الخواص الفيزيائية والكيميائية للمركبات تعزى إلى وجود مجموعات معينة تسمى المجموعات الوظيفية

المجموعات الوظيفية أو الفعالة : "هي عبارة عن مجموعة من الذرات مرتبطة بشكل معين وتكون ركناً من جزيء المركب ولكن فاعليتها (وظيفتها) تتغلب على خواص الجزيء بأكمله"

وقد صنفت المركبات العضوية إلى مجموعات يختص بكل منها مجموعة وظيفية معينة ويبين الجدول التالي أقسام المركبات العضوية والمجموعات الوظيفية المميزة لكل قسم.

القسم	الصيغة العامة	المجموعة الوظيفية	مثـــال
الكحولات	$R-OH$	$-OH$ الهيدروكسيل	CH_3-OH كحول ميثيلي (ميثانول)
الفينولات	$Ar-OH$	$-OH$ الهيدروكسيل	C_6H_5-OH الفينول
الأثيرات	$R-O-R$	$-O-$ الأثيرية	CH_3-O-CH_3 أثير ثنائي الميثيل
الألدهيدات	$R-C(=O)-H$	$-C(=O)-H$ الفورميل	$CH_3-C(=O)-H$ أسيتالدهيد
الكيتونات	$R-C(=O)-R$	$-C(=O)-$ الكربونيل	$CH_3-C(=O)-CH_3$ أسيتون
الأحماض الكربوكسيلية	$R-C(=O)-OH$	$-C(=O)-OH$ الكربوكسيل	$CH_3-C(=O)-OH$ حمض الأسيتيك
الأسترات	$R-C(=O)-OR$	$-C(=O)-OR$ الأستر	$CH_3-C(=O)-OC_2H_5$ أستر أسيتات الإيثيل
الأمينات	$R-NH_2$	$-NH_2$ الأمين	$C_2H_5-NH_2$ إيثيل أمين

الكحــولات والفينــولات :

وجه المقارنـة	الكحــولات	الفينــولات
التعريف	مركبـات عضـوية تحتـوي جزيئاتهـا علـى مجموعـــة أو أكثـــر مــــن مجموعـــات الهيدروكسيل المتصلة بمجموعة ألكيل (R-)	مركبـات عضـوية تحتـوي جزيئاتهـا علـى مجموعـــة أو أكثـــر مــــن مجموعـــات الهيدروكسيل المتصلة بمجموعة آريل (Ar-)
الصيغة العامة	R – OH	Ar – OH
مثـــال	$CH_3 - OH$ كحول ميثيلي	(حلقة بنزين – OH) فينول
الاشتقاق	مشـتق مـن المـاء باسـتبدال ذرة هيـدروچين بمجموعة **ألكيل** $\require{cancel}\cancel{H} - OH \xrightarrow{+R} R - OH$	مشـتق مـن المـاء باسـتبدال ذرة هيـدروچين بمجموعة **آريل** $\cancel{H} - OH \xrightarrow{+Ar} Ar - OH$
	مشـــتق هيدروكســـيلي للهيـــدروكربونات الأليفاتيـة باسـتبدال ذرة هيـدروچين أو أكثـر بمجموعة هيدروكسيل أو أكثر $R - \cancel{H} \xrightarrow{+OH} R - OH$	مشـــتق هيدروكســـيلي للهيـــدروكربونات الأروماتية باستبدال ذرة هيدروچين أو أكثر بمجموعة هيدروكسيل أو أكثر $Ar - \cancel{H} \xrightarrow{+OH} Ar - OH$

أولاً : الكحــولات Alcoholes :

التسميــة :

هناك طريقتان لتسمية الكحولات وهي :

(١) التسمية الشائعة (التسمية تبعاً لمجموعة الألكيل) : [كحول + ألكيلي]

تسمى فيها الكحولات تبعاً لمجموعة الألكيل تسبقها كلمة كحول

✱ في التسمية الشائعة اصطلح على أن يطلق اسم **(أيزو)** على شق الألكيل إذا كانت ذرة كربون مجموعة الهيدروكسيل متصلة بذرتي كربون **(كحولات ثانوية)**

(٢) التسمية تبعاً لنظام الأيوباك : [ألكـان + ول = ألكانـول]

يشتق اسم الكحول من الألكان المناظر (المحتوي على نفس العدد من ذرات الكربون) ثم تضاف النهاية **(ول)** ، ويجب عند التسمية ترقيم السلسلة الكربونية من الطرف القريب لمجموعة الهيدروكسيل

المركب	التسمية الشائعة **(كحول + ألكيلي)**	تسمية الأيوباك **(ألكان + ول = ألكانول)**
$CH_3 - OH$	كحول ميثيلي	ميثانول
$CH_3 - CH_2 - OH$	كحول إيثيلي	إيثانول
$CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$	كحول بروبيلي	بروبانول
$H_3C - CH(OH) - CH_3$	كحول **أيزو** بروبيلي	٢ – بروبانول
$CH_3 - CH(OH) - CH_2 - CH_3$	كحول **أيزو** بيوتيلي	٢ – بيوتانول

تصنيف الكحولات :

أولاً : حسب عدد مجموعات الهيدروكسيل في الجزيء :

أحادية الهيدروكسيل	ثنائية الهيدروكسيل	ثلاثية الهيدروكسيل	عديدة الهيدروكسيل
CH_3-OH الميثانول	$C_2H_4(OH)_2$ $H_2C(OH)-CH_2(OH)$ **الإيثيلين جليكول**	$C_3H_5(OH)_3$ $H_2C(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$ **الجليسرول**	$C_6H_8(OH)_6$ $H_2C(OH)-(CHOH)_4-CH_2(OH)$ **السوربيتول**

ثانياً : حسب نوع *ذرة الكاربينول:* "ذرة الكربون المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل"

	كحولات أولية	كحولات ثانوية	كحولات ثالثية
التعريف	كحولات تكون فيها مجموعة الكاربينول طرفيه أو ترتبط بذرة كربون واحدة وذرتي هيدروچين	كحولات ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بذرتي كربون وذرة هيدروچين واحدة	كحولات ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بثلاث ذرات كربون
الصيغة العامة	$R-C(H)(H)-OH$	$R-C(H)(R)-OH$	$R-C(R)(R)-OH$
مثال	$H_3C-C(H)(H)-OH$ كحول إيثيلي **إيثانول**	$H_3C-C(H)(CH_3)-OH$ كحول بروبيلي ثانوي (كحول أيزو بروبيلي) **٢ – بروبانول**	$H_3C-C(CH_3)(CH_3)-OH$ كحول بيوتيلي ثالثي **٢ – ميثيل – ٢ – بروبانول**

تدريب :

١- اكتب الاسم الشائع والاسم بنظام الأيوباك للكحولات الآتية :

$H_3C-CH_2-CH(OH)-CH_3$	$H_3C-CH(OH)-CH_3$	$H_3C-C(CH_3)(OH)-CH_3$	$H_3C-CH_2-C(CH_3)(OH)-CH_3$

٢- اكتب الصيغة البنائية للكحولات الآتية :

(١) كحول أيزو بنتيلي **(٢)** ٢، ٢ - ثنائي ميثيل -١- بيوتانول

تدريب : إلى أي نوع تنتمي الكحولات الآتية ؟

$H_3C-CH_2-CH(OH)-CH_3$	$H_3C-CH_2-C(OH)(CH_3)-CH_3$	$(H_3C)_2CH-CH_2-OH$
$C_2H_4(OH)_2$	$C_6H_8(OH)_6$	$C_3H_5(OH)_3$

أولاً : الكحولات الأولية أحادية الهيدروكسيل :

الكحول الإيثيلي (الإيثانول) C_2H_5OH :

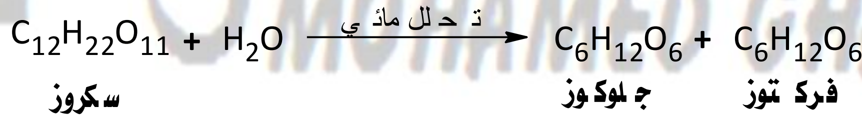
الكحول الإيثيلي: **"هو أقدم المركبات العضوية التي حضرت صناعياً فقد حضره قدماء المصريين منذ أكثر من ثلاثة آلاف عام من تخمر المواد السكرية"**

طرق تحضير الإيثانول في الصناعة :

١- التخمر الكحولي :

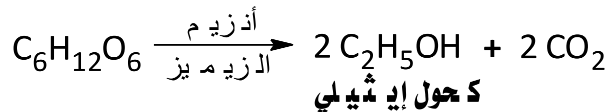
✱ **الإنتاج عالمياً :** ينتج حوالي ٢٠% من الإيثانول على مستوى العالم من عمليات التخمر الكحولي للمواد السكرية والنشوية خاصة في البلدان التي تكثر فيها زراعات قصب السكر والبنجر والذرة

✱ **الإنتاج في مصر :** يحضر الإيثانول من ***المولاس*** **"وهو المحلول السكري المتبقي بعدما يستخلص منه السكر"** (وذلك في مصانع شركة السكر والتقطير المصرية – بالحوامدية) وتجرى ***عملية التخمر*** **"وهي إضافة الخميرة إلى المولاس (السكروز) ليتكون الإيثانول وثاني أكسيد الكربون"** وذلك تبعاً للخطوات التالية :



$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{تحلل مائي}} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

سكروز — جلوكوز — فركتوز



$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{الزيميز}]{\text{أنزيم}} 2\,C_2H_5OH + 2\,CO_2$$

كحول إيثيلي

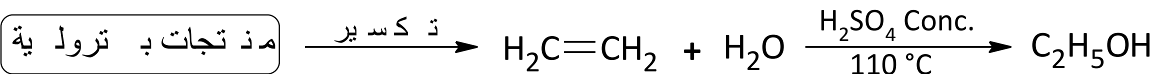
س) مبتدئاً بالسكروز كيف تحصل على الإيثانول ؟

٢- هيدرة الإيثين :

وهي الطريقة الشائعة لتحضير الإيثانول وتجرى في البلدان النفطية

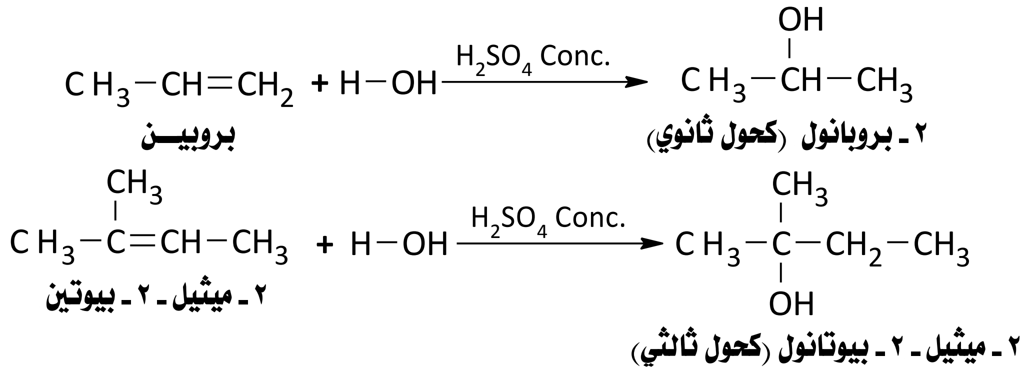
علل) يعتبر الإيثانول من البتروكيماويات ؟

جـ : لأنه عند تكسير المواد البترولية كبيرة السلسلة ينتج غاز الإيثين ، وبإجراء الهيدرة الحفزية باستخدام حمض الكبريتيك أو الفوسفوريك يتكون الإيثانول



$$\text{منتجات بترولية} \xrightarrow{\text{تكسير}} H_2C=CH_2 + H_2O \xrightarrow[110\ °C]{H_2SO_4\ Conc.} C_2H_5OH$$

ملاحظة	الإيثين هو الألكين الوحيد الذي يعطي كحول أولي بالهيدرة الحفزية ، أما بقية الألكينات فتعطى كحولات ثانوية أو ثالثية ويتم التفاعل طبقاً **لقاعدة ماركونيكوف**



(س) كيف تحصل على كحول بيوتيلي ثالثي (٢ – ميثيل – ٢ – بروبانول) من (٢ – ميثيل – ١ – بروبين)؟

الكحـول المحـول (السبرتـو الأحمـر) :

المكونات : ٨٥% إيثانول + ٥% ميثانول + ١% إضافات + لون ورائحة والباقي ماء

(علل) تفرض ضريبة إنتاج عالية على الإيثانول النقي الذي تركيزه ٩٦٪ ؟
جـ : للحد من تناوله في المشروبات الكحولية لما لها من أضرار صحية وإجتماعية جسيمة

نظراً للاستخدامات العديدة للإيثانول كوقود وفي كثير من الصناعات الكيماوية وكمذيب عضوي يمكن استخدامه بثمن اقتصادي بعد أن تضاف إليه بعض المواد السامة مثل **الميثانول** (يسبب الجنون والعمى) ، **والبيريدين** (رائحته كريهة) وبعد الصبغات لتلوينه، وهذه الإضافات لا يمكن فصلها عن الإيثانول إلا بعمليات كيميائية معقدة، بجانب أن القانون يعاقب عليها.

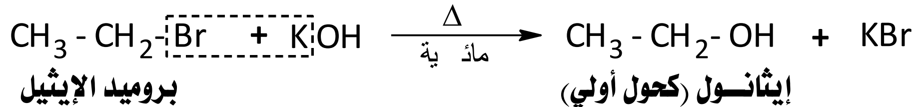
الطريقة العامة لتحضير الكحولات :

يمكن تحضير الكحولات بتسخين هاليدات الألكيل التي يتكون شقها الألكيلي من الشق الألكيلي للكحول المطلوب مع المحاليل المائية للقلويات القوية ، فتحل مجموعة الهيدروكسيل محل شق الهاليد ويتكون الكحول المقابل

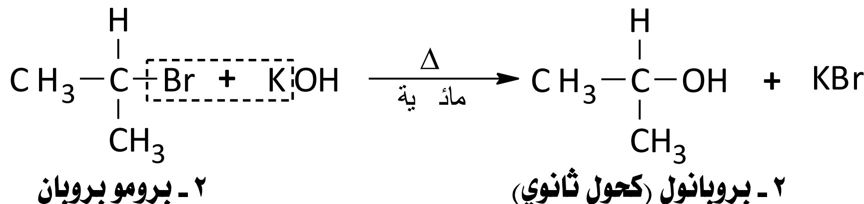


حيثٍ أن R : شق الألكيل ، X : شق الهاليد

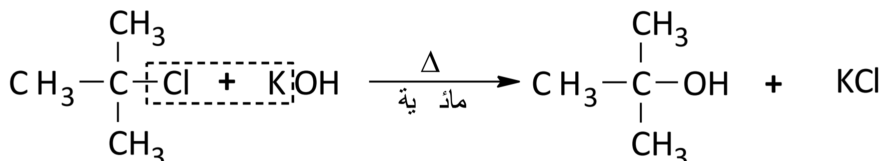
أولا : تحضير الكحولات الأولية :



ثانياً : تحضير الكحولات الثانوية :



ثالثاً : تحضير الكحولات الثالثية :



كلوريد بيوتيل ثالثي (٢ ـ كلورو ـ ٢ ـ ميثيل بروبان) — بيوتانول ثالثي (٢ ـ ميثيل ـ ٢ ـ بروبانول)

ملاحظـــة :	ترتب الهالوجينات حسب سهولة انتزاعها من هاليد الألكيل كما يلي : يود > بروم > كلور **هل تستطيع تفسير سهولة تحلل يوديدات الألكيل عن البروميدات والكلوريدات ؟**

تـدريـــب :	**ما هو هاليد الألكيل المناسب لتحضير الكحولات الآتية (اكتب معادلة التفاعل) ؟** (١) **الميثانول** (٢) ٢ – **بيوتانول** (٣) ٢ – **ميثيل** – ٢ – **بنتانول**

الخـواص العامـة للكحـولات :

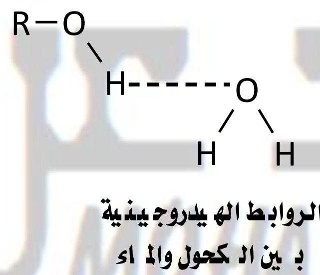
أولاً : الخواص الفيزيائية :

✱ الكحولات مواد متعادلة عديمة اللون
✱ **المركبات الأولـــــى :** سوائل خفيفة – تمتزج بالماء امتزاجاً كاملاً
✱ **المركبات المتوسطة :** سوائل زيتية القوام – شحيحة الذوبان في الماء
✱ **المركبات العليـــــا :** مواد صلبة ذات قوام شمعي – عديمة الذوبان

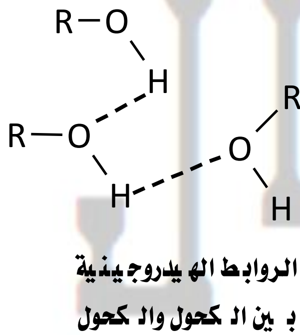
الكحــــول	درجة الغليان
إيثانول C_2H_5OH	٧٨°م
إيثلين جليكول $C_2H_4(OH)_2$	١٩٧°م
جليسرول $C_3H_5(OH)_3$	٢٩٠°م

(علل) تختلف الكحولات (خاصة المركبات الأولى منها) عن الألكانات في أن الكحولات تذوب في الماء ودرجة غليانها مرتفعة ؟

جـ : لوجود مجموعة الهيدروكسيل القطبية التي لها القدرة على تكوين روابط هيدروجينية بين جزيئات الكحول وبعضها مما يسبب ارتفاع درجة غليانها ، أو تكوين روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء مما يتسبب في ذوبانها في الماء



الروابط الهيدروجينية بين الكحول والماء



الروابط الهيدروجينية بين الكحول والكحول

(علل) درجة غليان الجليسرول أعلى من الإيثيلين جليكول أعلى من الإيثانول ؟

جـ : لاحتواء الجليسرول على ثلاثة مجموعات هيدروكسيل قطبية ، بينما يحتوي الإيثيلين جليكول على مجموعتين والإيثانول على مجموعة واحدة ، وتزداد عدد الروابط الهيدروجينية بزيادة عدد مجموعات الهيدروكسيل فتزداد درجة الغليان

ثانياً : الخواص الكيميائية :

يمكن تقسيم التفاعلات الكيميائية للكحولات إلى ما يلي :

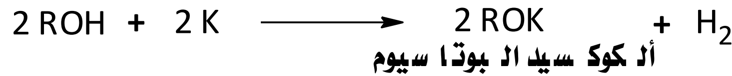
١- تفاعلات خاصة بذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل (H –)
٢- تفاعلات خاصة بمجموعة الهيدروكسيل (OH –)
٣- تفاعلات خاصة بمجموعة الكاربينول (– C – OH)
٤- تفاعلات تشمل الجزيء كله (R – OH)

(١) تفاعلات خاصة بذرة هيدروچين مجموعة الهيدروكسيل (H –) :

(أ) حمضية الكحولات :

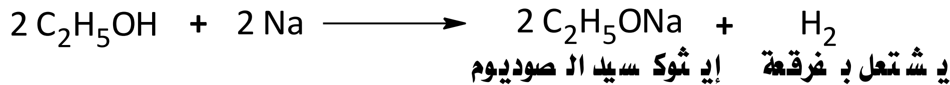
(علل) على الرغم من أن الكحولات متعادلة التأثير على عباد الشمس ولكن لها صفة حمضية ضعيفة ؟

جـ : لأنها تتفاعل مع الفلزات النشطة مثل الصوديوم والبوتاسيوم التي تحل محل ذرة هيدروچين مجموعة الهيدروكسيل ، وسبب الحمضية الضعيفة هي أن زوج الإلكترونات الذي يربط ذرة الهيدروچين بذرة الأكسچين في مجموعة الهيدروكسيل يزاح أكثر ناحية ذرة الأكسچين الأكثر سالبية كهربية وبالتالي يسهل كسر هذه الرابطة التساهمية القطبية ويحل الفلز محل هيدروچين مجموعة الهيدروكسيل



$$2\,ROH + 2\,K \longrightarrow 2\,ROK + H_2$$

ألكوكسيد البوتاسيوم



$$2\,C_2H_5OH + 2\,Na \longrightarrow 2\,C_2H_5ONa + H_2$$

إيثوكسيد الصوديوم — يشتعل بفرقعة

(س) اكتب معادلة تفاعل فلز الصوديوم مع الميثانول ؟

تدريب عملي :

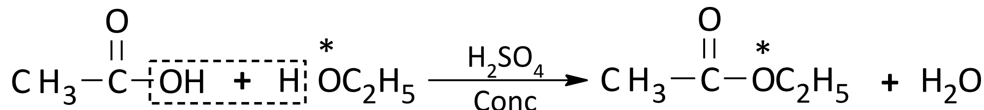
الخطوات :	✱ ضع قطعة صغيرة من **الصوديوم** (في حجم الحمصة) في أنبوبة اختبار تحتوي على **٥ مل** من **الإيثانول** وسد الأنبوبة بإصبع الإبهام
المشاهدة :	✱ حدوث فوران ✱ عند تقريب عود ثقاب مشتعل إلى فوهة الأنبوبة بحذر تحدث فرقعة مميزة ✱ إذا بخر المحلول على حمام مائي بعد انتهاء التفاعل تشاهد ترسب مادة بيضاء صلبة
الاستنتاج :	✱ حدوث الفوران دليل على حدوث التفاعل وخروج غاز الهيدروچين. ✱ المادة البيضاء هي إيثوكسيد الصوديوم الذي يمكن تحليلها مائياً إلى الإيثانول وهيدروكسيد الصوديوم $C_2H_5ONa + H{-}OH \longrightarrow C_2H_5OH + NaOH$

(س) كيف تحصل على الإيثانول من إيثوكسيد الصوديوم والعكس ؟

(ب) تكوين الإستر : (كحول + حمض كربوكسيلي ← أستر + ماء)

(علل) في تفاعل الأسترة ينفصل من جزيء الكحول ذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل ومن جزيء الحمض تنفصل مجموعة الهيدروكسيل ؟

جـ : لأنه عندما عولج الكحول الإيثيلي المحتوي على نظير الأكسچين الثقيل (O^{18}) بحمض الإيثانويك الذي يحتوي على الأكسچين العادي (O^{16}) فوجد أن أكسچين الماء الناتج أكسچين عادي



$$CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OH + H\overset{*}{O}C_2H_5 \xrightarrow[Conc]{H_2SO_4} CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-\overset{*}{O}C_2H_5 + H_2O$$

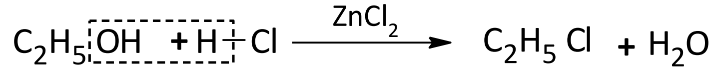
(علل) يضاف حمض الكبريتيك المركز في تفاعل الأسترة ؟

جـ : لأن تفاعل تكوين الأستر تفاعل إنعكاسي لذا يضاف حمض الكبريتيك المركز لمنع حدوث التفاعل العكسي وبذلك يستمر تكوين الأستر

(٢) تفاعلات خاصة بمجموعة الهيدروكسيل (OH –) :

(علل) تتفاعل الكحولات مع الأحماض المعدنية ؟
جـ : لاحتواء الكحولات على مجموعة الهيدروكسيل التي تمكنها من التفاعل مع هيدروچين الأحماض

مثـال : يتفاعل الإيثانول مع حمض الهيدروكلوريك المركز في وجود كلوريد الخارصين كعامل حفز مكوناً كلوريد الإيثيل



$$C_2H_5OH + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} C_2H_5Cl + H_2O$$

(س) كيف تحصل على كلوريد الإيثيل من الإيثانول والعكس ؟

(٣) تفاعلات خاصة بمجموعة الكاربينول (C – OH) :

تتأكسد الكحولات بالعوامل المؤكسدة مثل :

(١) ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك $[K_2Cr_2O_7+H_2SO_4]$ هي نفسها (حمض الكروميك) $H_2Cr_2O_7$ .. لونها **برتقالي** تتحول إلى اللون **الأخضر** عند الأكسدة

(٢) برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز $[KMNO_4+H_2SO_4]$ لونها **بنفسجي** تتحول إلى **عديم اللون** عند الأكسدة

✱ **دور العامل المؤكسد** : يتركز فعل العامل المؤكسد على ذرات الهيدروچين الموجودة بمجموعة الكاربينول حيث يحولها إلى مجموعات هيدروكسيل

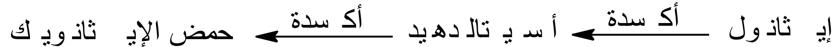
✱ لكن عندما تتصل مجموعتي هيدروكسيل بذرة كربون واحدة يكون المركب الناتج غير ثابت وسرعان ما يفقد جزيء ماء ويتحول إلى مركب ثابت

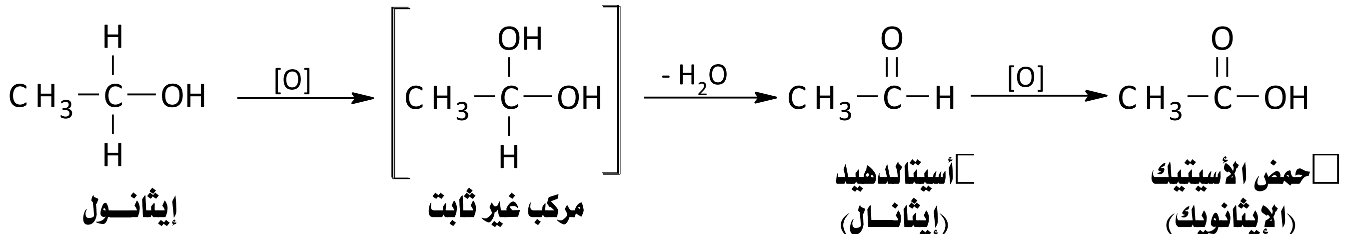
تختلف نواتج الأكسدة حسب نوع الكحول :

أولاً : الكحولات الأولية :



(علل) تتأكسد الكحولات الأولية على خطوتين؟
جـ : لأن مجموعة الكاربينول تكون متصلة بذرتي هيدروجين فعندما تتأكسد ذرة الهيدروجين الأولى يتكون الألدهيد وعندما تتأكسد ذرة الهيدروجين الثانية أيضاً يتكون الحمض





إيثانـول | مركب غير ثابت | أسيتالدهيد (إيثانـال) | حمض الأسيتيك (الإيثانويك)

تدريب عملـي :	
الخطـوات :	✱ ضع في أنبوبة اختبار **٣ مل** من **الإيثانول** ✱ أضف إليها كمية مماثلة من محلول **ثاني كرومات البوتاسيوم** المحمضة بحمض الكبريتيك المركز **أو برمنجنات البوتاسيوم** المحمضة بحمض الكبريتيك ✱ سخنها في حمام مائي لمدة **عشر دقائق**

المشاهــدة :	✻ تغير اللون **البرتقالي** إلى اللون **الأخضر** ✻ أو اختفاء اللون **البنفسجي** لبرمنجنات البوتاسيوم ✻ ظهور رائحة الخل
الاستنتــاج :	✻ رائحة الخل وتغير ألوان العوامل المؤكسدة دليل على تكون حمض الإيثانويك

(س) كيف تميز عملياً بين شخص يتعاطى الكحول (الخمر) وآخر لا يتعاطاه ؟



جـ : يسمح للشخصين بنفخ بالون من خلال أنبوبة بها مادة السيلكاجل مشبعة بثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك ثم تترك البالونة ليخرج منها زفير الشخصين ، فإذا كان الشخص مخموراً تغير لون ثاني كرومات البوتاسيوم داخل الأنبوبة من اللون **البرتقالي** إلى اللون **الأخضر**

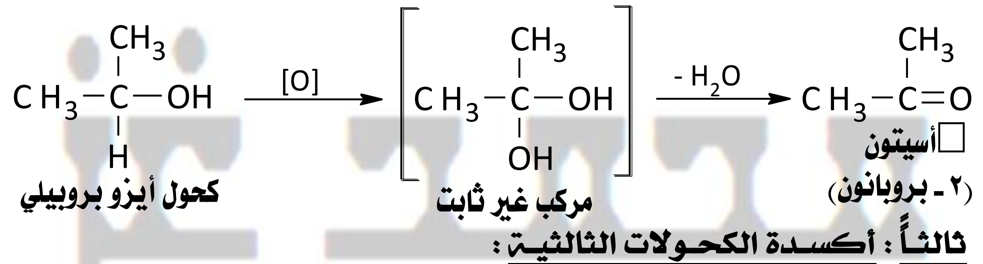
ثانيـاً : أكسدة الكحولات الثانوية :

كحول ثانوي ← أكسدة ← كيتون

(علل) الكحولات الثانوية تتأكسد على مرة واحدة ؟

جـ : لأن مجموعة الكاربينول في الكحولات الثانوية تتصل بذرة هيدروچين واحدة فتتم الأكسدة في خطوة واحدة ويتكون مركب غير ثابت ليفقد جزيء ماء ويتحول إلى كيتون

كحول إيزوبروبيلي ← أكسدة ← أسيتون



ثالثـاً : أكسـدة الكحـولات الثالثيـة :

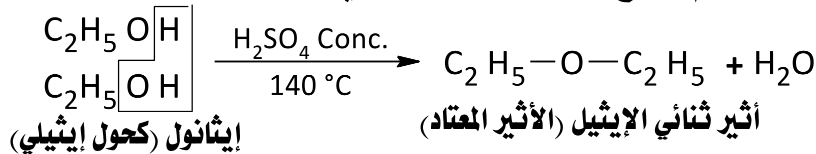
(علل) لا تتأكسد الكحولات الثالثية بالعوامل المؤكسدة العادية ؟

جـ : لأن مجموعة الكاربينول لا تتصل بذرات هيدروچين لذا فهي لا تتأكسد تحت الظروف العادية

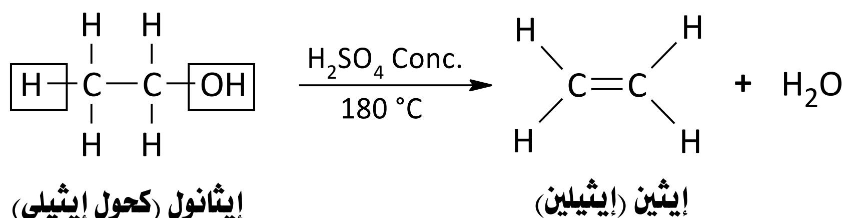
(٤) تفاعلات خاصة بجزيء الكحول كله (R – OH) :

تتفاعل الكحولات مع حمض الكبريتيك المركز ويتوقف ناتج التفاعل على درجة الحرارة

✻ عندما تكون الحرارة ١٤٠°م ينتزع حمض الكبريتيك جزيء ماء من كل **جزيئين من الكحول**



✻ عندما تكون الحرارة ١٨٠°م ينتزع حمض الكبريتيك جزيء ماء من كل **جزيء من الكحول**



إيثانول (كحول إيثيلي)   إيثين (إيثيلين)

الأهمية الاقتصادية للكحول الإيثيلي :

١- مذيب للمركبات العضوية مثل الزيوت والدهون وفي الصناعات الكيميائية مثل صناعة الأدوية والطلاء والورنيش

٢- يستخدم في محاليل تعقيم الفم والأسنان عن طريق المضمضة كمادة مطهرة وذلك لقدرته على قتل الميكروبات

٣- يستخدم في صناعة الروائح العطرية والمشروبات الكحولية

[للمشروبات الكحولية أضرار فتاكة على صحة الإنسان ، مثل تليف الكبد وسرطان المعدة والمريء]

٤- يخلط مع الجازولين ويستخدم كوقود في بعض البلدان مثل البرازيل

٥- يدخل في تكوين **الكحول المحول** (٨٥% إيثانول + ٥% ميثانول + ١% إضافات + لون ورائحة والباقي ماء) الذي يستخدم كوقود منزلي وفي بعض الصناعات الكيماوية

٦- **(علل) تملأ به الترمومترات التي تقيس درجات الحرارة المنخفضة حتى -٥٠°م ؟**

جـ : لأن درجة تجمده منخفضة جداً تصل إلى (-١١٠,٥°م)

ثانياً : الكحولات ثنائية الهيدروكسيل

مثال : الإيثلين جليكول $C_2H_4(OH)_2$

$$\begin{array}{ccccccc} & & H & & H & & \\ & & | & & | & & \\ H & - & C & - & C & - & H \\ & & | & & | & & \\ & & OH & & OH & & \end{array}$$

الاستخدام :

١- يستخدم في مبردات السيارات في المناطق الباردة كمادة مانعة لتجمد الماء في مبردات السيارات

٢- **(علل) يستخدم في سوائل الفرامل الهيدروليكية وأحبار الأقلام الجافة وأحبار الطباعة؟**

جـ : بسبب لزوجته الشديدة

٣- يحضر منه بوليمر بولي إيثيلين جليكول **(PEG)** الذي يدخل في تحضير ألياف الداكرون وأفلام التصوير وأشرطة التسجيل

ثالثاً : الكحولات ثلاثية الهيدروكسيل :

مثال : الجليسرول $C_3H_5(OH)_3$

$$\begin{array}{ccccccccc} & & H & & H & & H & & \\ & & | & & | & & | & & \\ H & - & C & - & C & - & C & - & H \\ & & | & & | & & | & & \\ & & OH & & OH & & OH & & \end{array}$$

الاستخدام :

١- يستخدم كمادة مرطبة للجلد في مستحضرات التجميل والكريمات

٢- **(علل) يدخل في صناعة النسيج؟** **جـ :** لأنه يكسب الأقمشة المرونة والنعومة

٣- تحضير مفرقعات النيترو جلسرين (ثلاثي نترات الجلسرين) عن طريق عملية النيترة بواسطة خليط من حمضي الكبريتيك والنيتريك

✱ يستخدم النيتروجلسرين أيضاً في توسيع الشرايين في علاج الأزمات القلبية

$$\begin{array}{l} CH_2-OH \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH_2-OH \end{array} + 3\,HO-NO_2 \xrightarrow{H_2SO_4\ Conc.} \begin{array}{l} CH_2-O-NO_2 \\ | \\ CH-O-NO_2 \\ | \\ CH_2-O-NO_2 \end{array} + 3\,H_2O$$

جليســرول — **ثلاثي نترات الجلسرين**

رابعـاً : المركبـات عديـدة الهيدروكسيـل

الكربوهيدرات : "هي مواد ألدهيدية أو كيتونية عديدة الهيدروكسيل"

	الجلوكوز	الفركتوز
الصيغة البنائية	CHO | $(CHOH)_4$ | CH_2OH	$CH_2 - OH$ | C=O | $(CHOH)_3$ | $CH_2 - OH$
الصيغة الجزيئية	$C_6H_{12}O_6$	$C_6H_{12}O_6$

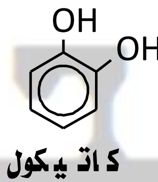
(علل) الجلوكوز والفركتوز من المتشابهات الجزيئية ؟

الفينــولات :

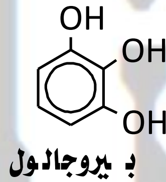
الفينولات : "هي مركبات هيدروكسيلية أروماتية تتصل فيها مجموعة هيدروكسيل أو أكثر مباشرة بذرات كربون حلقة البنزين"



فينول



كاتيكول



بيروجالول

(س) اذكر تسمية الأيوباك للمركبات الثلاثة السابقة (الفينول – الكاتيكول – البيروجالول) ؟



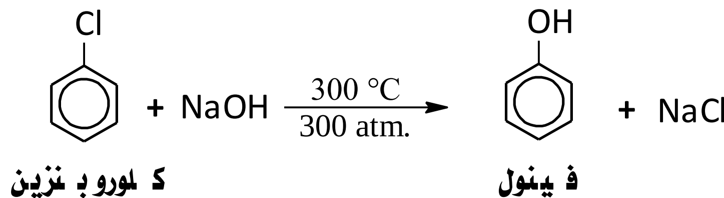
(علل) الفينول مركب عضوي له أهمية صناعية كبيرة ؟

جـ : لاستخدامه كمادة أوليه في تحضير كثير من المنتجات **مثل** البوليمرات ، والأصباغ ، والمطهرات ، ومستحضرات حمض السلسليك (كالأسبرين) ، وحمض البكريك

طرق تحضير الفينول :

١- من التقطير التجزيئي لقطران الفحم

٢- التحليل المائي للمركبات الهالوجينية الأروماتية وذلك بتسخينها مع هيدروكسيد الصوديوم في درجة حرارة مرتفعة وضغط عال ٣٠٠ ضغط جوي



(س) كيف تحصل على الفينول من البنزين والعكس ؟

الخواص الفيزيائية :

(١) مادة صلبة
(٢) كاوية على الجلد
(٣) لها رائحة مميزة
(٤) تنصهر عند ٤٣°م
(٥) شحيح الذوبان في الماء ويزداد ذوبانه في الماء برفع درجة الحرارة حتى يمتزج تماماً عند ٦٥°م

الخواص الكيميائية :

(١) حامضية الفينول :

(علل) حامضية الفينول أكبر من حامضية الكحول ؟ أو يتفاعل الفينول مع القلويات مثل الصودا الكاوية ؟ **جـ :** لأن حلقة البنزين في الفينولات تزيد من طول الرابطة بين (O – H) وتضعفها فيسهل انفصال أيون الهيدروجين، لذا يعتبر الفينول من الأحماض ويسمى حمض الكربوليك
(علل) لا يمكن نزع مجموعة الهيدروكسيل من الفينولات بتفاعلها مع الأحماض عكس الكحولات ؟ **جـ :** لأن حلقة البنزين تؤثر على الرابطة بين ذرة كربون حلقة البنزين في الفينول وذرة أكسجين مجموعة الهيدروكسيل فتقصر هذه الرابطة ويصعب كسرها.

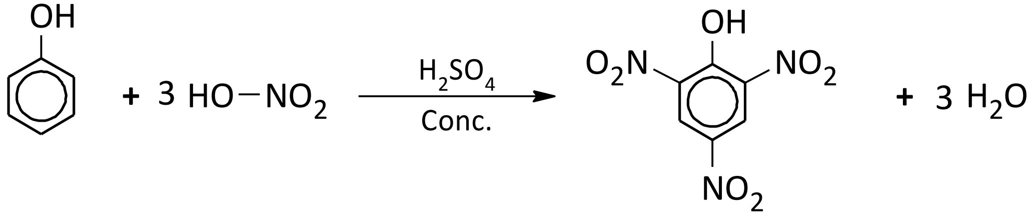
(س) قارن بين حمضية الكحولات وحمضية الفينولات ؟

	الكحـــول	الفينـــول
الصيغة العامة	R—OH	C_6H_5—OH
التفاعل مع الصوديوم Na	R—ONa + H_2	C_6H_5—ONa + H_2
التفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم NaOH	لا يتفاعل	C_6H_5—ONa + H_2O
التفاعل مع حمض الهيدروكلوريك HCl	R—Cl + H_2O	لا يحدث تفاعل لقوة الرابطة بين الأكسجين وحلقة البنزين
الحامضية	أقل من الفينولات	أكثر من الكحولات
التأثير على عباد الشمس	متعادلة التأثير على عباد الشمس	حمضية التأثير على عباد الشمس

(٢) نيترة الفينول :

يتفاعل الفينول مع حمض النيتريك المركز في وجود حمض الكبريتيك المركز مكوناً ٢، ٤، ٦ ثلاثي نيترو الفينول ويسمى تجارياً **بحمض البكريك**

(علل) حمض البكريك سلاح ذو حدين ؟ **جـ :** لأنه يستخدم كمادة متفجرة وهو مادة مُطهرة لعلاج الحروق
(علل) يستخدم حمض البكريك في علاج الحروق ؟ **جـ :** لأنه يصبغ الجلد باللون الأصفر ولا تسهل إزالته ويبقى عدة أيام إلى أن تتآكل طبقة الجلد المحروقة

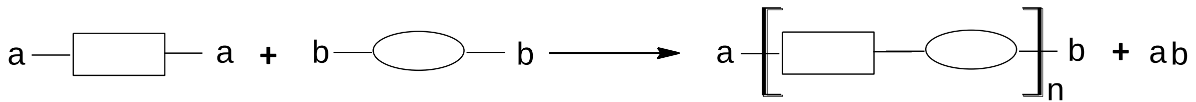


فينول (حمض الكربوليك) **٢، ٤، ٦ ثلاثي نيترو فينول (حمض البكريك)**

(٣) التفاعل مع الفورمالدهيد :

بوليمر البكاليت : " بوليمر ناتج من البلمرة بالتكاثف لناتج تفاعل الفورمالدهيد مع الفينول بخلطهما في وسط حمضي أو قاعدي"

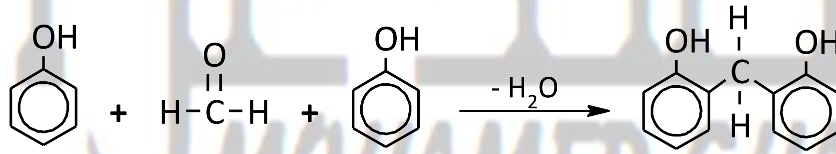
البلمرة بالتكاثف : " بوليمرات مشتركة تنتج عادة من ارتباط نوعين من المونمر ويخرج جزيء صغير مثل جزيء الماء"



خطوات التفاعل :

١- يتفاعل جزيء الفورمالدهيد مع جزيئين من الفينول ويخرج جزيء ماء

٢- ترتبط جزيئات البوليمر المشترك بالتتابع إلى أن يتكون بوليمر شبكي يرتبط فيه البوليمر المشترك في تقاطعات ذات أبعاد ثلاثية يربط فيها كل جزيئين فينول قنطرة من مجموعة ميثيلين ($-CH_2$)



الباكليت : "هو من أنواع البلاستيك الشبكي لونه بني قاتم الذي يتحمل الحرارة وعازل للكهرباء"

(علل) الباكليت يستعمل في عمل الأدوات الكهربائية وطفايات السجائر ؟ **جـ :** لأنه مقاوم للكهرباء فهو عازل جيد ، ويتحمل الحرارة

الكشف عن الفينول :

عند إضافة قطرات من محلول كلوريد الحديد **(III)** إلى محلول الفينول في الماء يتكون **لون بنفسجي**

(س) كيف تميز عملياً بين الفينول والإيثانول ؟
(س) لديك ثلاثة عبوات بكل منها (حمض كربوليك – إيثانول – حمض أسيتيك) **كيف يمكنك الكشف عن كل منها عملياً ؟**
(س) كيف تميز عملياً بين كل من (ثيوسيانات الأمونيوم – فينول)

التقويـــم الرابع (الكحولات والفينولات)

السؤال الأول : أكتب المصطلح العلمي أو الاسم الكيميائي الدال على العبارات التالية :

١- عبارة عن مجموعة من الذرات مرتبطة بشكل معين وتكون رُكناً في جُزيء المُركب ولكن فاعليتها (وظيفتها) تتغلب على خواص المُركب بأكمله. **(أزهر أول ١٠)**
٢- مركبات عضوية أليفاتية تتميز باحتوائها على مجموعة هيدروكسيل أو أكثر.
٣- مركبات عضوية أروماتية تتصل فيها مجموعة هيدروكسيل أو أكثر اتصالاً مباشراً بحلقة البنزين
٤- كحولات تكون فيها مجموعة الكاربينول طرفية أو ترتبط بذرة كربون واحدة وذرتي هيدروجين.
* كحولات ينتج عن أكسدتها ألدهيدات ثم أحماض كربوكسيلية.
* مركبات عضوية تتميز بوجود مجموعة $(CH_2OH -)$ في تركيبها.
٥- كحولات ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بذرتي كربون وذرة هيدروجين واحدة. **(مصر ثان ٠٥)**
* كحولات ينتج عن أكسدتها كيتونات.
٦- كحولات ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بثلاث ذرات كربون.
* كحولات لا تتصل فيها مجموعة الكاربينول بأي ذرة من ذرات الهيدروجين.
* كحولات غير قابلة للتأكسد بالعوامل المؤكسدة العادية مثل برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك.
٧- ذرة الكربون المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل في الكحولات.
٨- أقدم المركبات العضوية المُحضرة صناعياً حيث حضره المصريين القدماء منذ أكثر من ثلاثة آلاف عام من تخمر المواد السكرية.
* المادة الترمومترية التي تقيس درجات الحرارة المنخفضة.
٩- المحلول السُكري المتبقي بعدما يُستخلص منه السكر.
١٠- عملية إضافة الخميرة إلى المولاس (السكروز) ليتكون الإيثانول وثاني أكسيد الكربون.
١١- الطريقة الشائعة لتحضير الإيثانول في البلدان النفطية.
١٢- مادة سامة تُسبب الجنون والعمى تُضاف إلى الإيثانول لتحضير الكحول المحول (السبرتو الأحمر).
١٣- مادة ذات رائحة كريهة تُضاف إلى الإيثانول لتحضير الكحول المحول (السبرتو الأحمر).
١٤- نوع من الروابط مسئول عن ذوبان الكحولات ذات الكتل الجزيئية الصغيرة في الماء وكذلك ارتفاع درجة غليانها.
١٥- خاصية تفاعل الفلزات النشيطة مع الكحولات لتحل محل هيدروجين الكحولات.
١٦- تفاعل الكحولات مع الأحماض الكربوكسيلية في وجود مادة نازعة للماء مثل حمض الكبريتيك.
١٧- مادة كيميائية تستخدم في الكشف عن تعاطي السائقين للكحول (الخمر).
١٨- سائل لزوجته شديدة يستخدم كمادة مانعة لتجمد الماء في مبردات السيارات.
١٩- مادة مُرطبة للجلد تُستخدم في مستحضرات التجميل والكريمات.
٢٠- مواد ألدهيدية أو كيتونية عديدة الهيدروكسيل.
٢١- صفة للفينولات جعلتها تتفاعل مع القلويات والفلزات النشيطة.
٢٢- أحد مشتقات الفينول يستخدم كمادة متفجرة وهي مادة مُطهرة لعلاج الحروق.
٢٣- بوليمر ناتج من البلمرة بالتكاثف لناتج تفاعل الفورمالدهيد مع الفينول بخلطهما في وسط حمضي أو قاعدي.
* نوع من أنواع البلاستيك الشبكي لونه بُني قاتم ويتحمل الحرارة وعازل للكهرباء.
٢٤- بوليمرات مشتركة تنتج عادة من ارتباط نوعين من المونمر ويخرج جزيء صغير مثل جُزيء الماء.
٢٥- عملية إضافة قطرات من كلوريد الحديد (III) لمحلول الفينول ليتكون لون بنفسجي.

السؤال الثاني : علل لما يأتي:

١- يمكن اعتبار الكحولات مُشتقة للماء والألكانات.
٢- يمكن اعتبار الفينولات مُشتقة للماء والمركبات الأروماتية.

٣- لا تصلُح الصيغة الجزيئية للتعبير عن الكحول الأيزوبروبيلي.
٤- تسمية الأيوباك أفضل من التسمية الشائعة في تسمية الكحولات.
٥- الكحول الأيزوبيوتيلي من الكحولات الثانوية.
٦- الكحول (٢ – ميثيل – ٢ – بروبانول) كحول ثالثي.
٧- يعتبر الإيثانول من البتروكيماويات. (مصر أول ٩٥)
٨- تُفرض ضريبة إنتاج عالية على الإيثانول النقي ذو التركيز ٩٦%.
٩- يُضاف البيريدين إلى الإيثانول عند تحضير الكحول المحول.
١٠- يُضاف الميثانول إلى الإيثانول عند تحضير الكحول المحول.
١١- درجة غليان الإيثانول أعلى من درجة غليان الألكان المُقابل.
* درجة غليان الكحولات أعلى من درجة غليان الألكانات المقابلة. (مصر أول ٩١)
١٢- درجة غليان الجليسرول أعلى من درجة غليان الإيثيلين جليكول.
١٣- ذوبان الكحولات في الماء (أزهر أول ٠٩)
١٤- يُفضل يوديد الألكيل عن كلوريد الألكيل للحصول على الكحولات بالتحلل المائي لهما.
١٥- على الرغم من أن الكحولات متعادلة التأثير على عباد الشمس ولكن لها صفة حمضية ضعيفة.
١٦- في تفاعل الأسترة ينفصل من جزئ الكحول ذرة هيدروچين بينما ينفصل من جزئ الحمض الكربوكسيلي مجموعة الهيدروكسيل.
١٧- يُضاف حمض الكبريتيك المركز في تفاعل الأسترة وكذلك في تفاعل النيترة.
(مصر ثان ٠٦ ، مصر أول ٠٩ ، السودان أول ١٠)
١٨- تتفاعل الكحولات مع الأحماض المعدنية.
١٩- تتأكسد الكحولات الأولية على خطوتين بينما تتأكسد الكحولات الثانوية على خطوة واحدة.
٢٠- يصعُب أكسدة الكحول **(٢ – ميثيل – ٢ – بيوتانول)**.
* لا تتأكسد الكحولات الثالثية بالعوامل المؤكسدة العادية. (مصر أول ٩٨)
٢١- تتوقف نواتج تفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز على درجة حرارة التفاعل.
٢٢- يُستخدم الكحول الإيثيلي كمادة ترمومترية في الترمومترات التي تقيس درجات الحرارة المنخفضة.
٢٣- يُستخدم الكحول الإيثيلي في تعقيم الفم والأسنان عن طريق المضمضة.
٢٤- يُستخدم الإيثيلين جليكول في سوائل الفرامل الهيدروليكية وأحبار الأقلام الجاف وأحبار الطباعة.
٢٥- يدخل الجليسرول في صناعة النسيج ومستحضرات التجميل.
٢٦- يدخل الجليسرول والفينول في صناعة المفرقعات.
٢٧- يُعتبر كل من الجلوكوز والفركتوز من المتشابهات الجزيئية.
٢٨- يُعتبر كل من الجلوكوز والفركتوز من الكربوهيدرات.
٢٩- للفينول أهمية صناعية كبرى.
٣٠- الفينولات أكثر حامضية من الكحولات.
* يتفاعل الفينول مع الصودا الكاوية بينما لا يتفاعل الإيثانول معه. (مصر ثان ٩٥)
٣١- لا يمكن نزع مجموعة الهيدروكسيل من الفينولات بتفاعلها مع الأحماض عكس الكحولات.
(مصر أول ٠٧)
* لا يتفاعل الفينول مع حمض الهيدروكلوريك بينما يتفاعل الإيثانول معه. (أزهر أول ١٠)
٣٢- حمض البكريك سلاح ذو حدين.
٣٣- يُستخدم حمض البكريك في علاج الحروق.
٣٤- يُستخدم البكاليت في صناعة الأدوات الكهربية وطفايات السجائر.
٣٥- يُستخدم كلوريد الحديد (III) للتمييز بين حمض الكربوليك والإيثانول.

السؤال الثالث : اكتب الصيغة الجزيئية والبنائية وكذلك اسم كل مركب عضوي من المركبات التالية :

١- مركب هيدروكسيلي أروماتي تتصل فيه حلقة البنزين مباشرة بمجموعتي هيدروكسيل.
٢- كحول عديد الهيدروكسيل يحتوي على ست ذرات كربون.
٣- ألدهيد عديد الهيدروكسيل به ست ذرات كربون.
٤- كيتون عديد الهيدروكسيل به ست ذرات كربون. **(مصر أول ٠٨)**
٥- مركب ينتج عند نيترة الفينول بواسطة حمض النيتريك المركز في وجود حمض الكبريتيك المركز.
٦- مركب ينتج عند أكسدة الكحول الأيزوبروبيلي بواسطة برمنجنات البوتاسيوم المحمضة.
٧- ألكين ينتج عند الهيدرة الحفزية له كحول ثالثي (كحول بيوتيلي ثالثي).
٨- مركب يتكون عند تسخين الكلوروبنزين مع هيدروكسيد الصوديوم تحت ضغط مرتفع.
٩- هاليد ألكيل ينتج عند تحلله مائياً كحول بيوتيلي ثالثي.
١٠- هاليد ألكيل ينتج عند تحلله مائياً ٢ – بيوتانول.
١١- مُركب عضوي ينتج عند تسخين الإيثانول مع حمض الكبريتيك حتى درجة حرارة ١٤٠°م.
✱ أثير أليفاتي ($C_4H_{10}O$).
١٢- مُركب عضوي ينتج عند تسخين الإيثانول مع حمض الكبريتيك حتى درجة حرارة ١٨٠°م.
١٣- مُركب عضوي ينتج عند تسخين الإيثانول مع حمض الكبريتيك حتى درجة حرارة ٨٠°م.
١٤- ثلاثة كحولات لهم الصيغة الجزيئية ($C_4H_{10}O$). **(مصر ثان ١١)**

السؤال الرابع :

أولاً : اختر من العمودين (ب) ، (جـ) ما يناسب العمود (أ) :

(أ)	(ب)	(جـ)
١- الإيثانول	(.....) كحول ثلاثي الهيدروكسيل	(.....) يستخدم لتحضير حمض البكريك
٢- الأسيتون	(.....) كحول ثالثي	(.....) مادة مُرطبة للجلد
٣- إيثيلين جليكول	(.....) كيتون	(.....) ينتج عن التحلل المائي لـ ٢ – برومو بروبان
٤- حمض الكربوليك	(.....) كحول أولي أحادي الهيدروكسيل	(.....) سائل شديد اللزوجة يدخل في سوائل الفرامل الهيدروليكية
٥- الجليسرول	(.....) الفينول	(.....) ينتج عند أكسدة كحول ثانوي
٦- كحول أيزوبروبيلي	(.....) كحول ثنائي الهيدروكسيل	(.....) يُحضر منه الكحول المحول
	(.....) كحول ثانوي أحادي الهيدروكسيل	(.....) تنتج عند أكسدة كحول أولي

ثانياً : اختر من العمود (ب) ما يناسب العمود (أ) :

(أ)	(ب)
١- كحول ثلاثي الهيدروكسيل	(.....) بيروجالول
٢- كحول ثالثي	(.....) سوربيتول
٣- كحول ثنائي الهيدروكسيل	(.....) فينول
٤- كحول ثانوي	(.....) حمض البكريك
٥- ١، ٢، ٣ ثلاثي هيدروكسي بنزين	(.....) جليسرول
٦- حمض الكربوليك	(.....) أيزوبروبانول
٧- ٢، ٤، ٦ ثلاثي نيترو فينول	(.....) إيثيلين جليكول
	(.....) ٢ – ميثيل – ٢ – بروبانول

السؤال الخامس : اكتب الصيغ البنائية للمركبات التالية ثم اكتب تسميتها الصحيحة تبعاً لنظام الأيوباك:

١- ٣ – إيثيل – ٢ – بيوتانول
٢- ٣ – ميثيل – ٣ – بيوتانول
٣- ٣ – بيوتانول
٤- ٢ – ميثيل – ٤ – بنتانول
٥- ٢ – إيثيل – ١ – بروبانول
٦- ٢ – ميثيل – ٣ – بيوتانول
٧- ١،١ – ثنائي ميثيل – ١ – بيوتانول

السؤال السادس : وضح بالمعادلات الكيميائية الموزونة :

١- التحلل المائي لإيثوكسيد الصوديوم.
٢- تأثير خليط من حمضي النيتريك والكبريتيك المركزين على الجليسرول.
٣- تأثير خليط من حمضي النيتريك والكبريتيك المركزين على الفينول.
٤- تفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك في :
(أ) درجة حرارة ١٤٠°م **(مصر أول ٠٩)** **(ب)** درجة حرارة ١٨٠°م **(مصر ثان ٠٧)**
٥- أكسدة الكحول الأيزو بروبيلي بواسطة برمنجنات البوتاسيوم المحمضة.
٦- تفاعل الفينول مع الفورمالدهيد في وسط حمضي أو قلوي.
٧- إضافة الماء إلى ٢ – ميثيل – ٢ – بيوتين.
٨- التحلل المائي لكلوريد البيوتيل الثالثي في وسط قلوي.
٩- الحصول على أسيتات الإيثيل من يوديد الإيثيل.
١٠- دور الخميرة في تحضير الإيثانول. **(مصر ثان ١٠)**

السؤال السابع : اكتب المعادلات الكيميائية كيف يمكن الحصول على :

١- الإيثانول من أحد المنتجات البترولية.
٢- حمض الأسيتيك من أحد المنتجات البترولية.
٣- الإيثان من السكروز (المولاس).
٤- كحول ثانوي (٢ – بروبانول) من كحول أولي (١ – بروبانول).
٥- كحول ثانوي (٢ – بروبانول) من البروبين. **(مصر أول ٠٩)**
٦- الأسيتون من ٢ – برومو بروبان. **(مصر أول ٠٨ ، مصر أول ١٠)**
٧- أسيتون من الأيزو بروبانول. **(السودان أول ١٠)**
٨- أسيتات الإيثيل من يوديد الإيثيل. **(مصر أول ٨٠)**
٩- إثير ثنائي الإيثيل من يوديد الإيثيل.
١٠- إثير ثنائي الإيثيل من الإيثين. **(مصر ثان ٠٣ ، مصر ثان ٠٨)**
١١- إيثير ثنائي إيثيل من الجلوكوز. **(أزهر أول ١٠)**
١٢- البنزين من الفينول والعكس. **(مصر ثان ٠٣ ، مصر ثان ١٠)**
١٣- الإيثيلين من الإيثانول والعكس. **(أزهر أول ١٢)**
١٤- بروميد الإيثيل من الإيثانول والعكس.
١٥- الإيثانول من إيثوكسيد الصوديوم والعكس.
١٦- أستر أسيتات الإيثيل من الإيثانول والعكس.
١٧- الفينول من الكلورو بنزين.
١٨- حمض البكريك من الكلورو بنزين. **(مصر أول ٠٦ ، مصر ثان ٠٩)**

السؤال الثامن : اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١- تُسمى المركبات التي تنتج عند استبدال ذرة هيدروجين في جزيء الألكان بمجموعة هيدروكسيل :
(أ) كحولات (ب) فينولات (جـ) إيثرات (د) ألكينات

٢- يعتبر (١ – بروبانول) من الكحولات ....
(أ) الثانوية أحادية الهيدروكسيل. (ب) الأولية أحادية الهيدروكسيل.
(جـ) الأولية ثنائية الهيدروكسيل. (د) الثالثية أحادية الهيدروكسيل.

٣- يُطلق على ١، ٢، ٣ – ثلاثي هيدروكسي بنزين ....
(أ) حمض كربوليك (ب) كاتيكول (جـ) فينول (د) بيروجالول

٤- يعتبر الكحول الذي صيغته $H_3C-\underset{|}{\overset{CH_3}{CH}}-CH_2-OH$ من الكحولات ....
(أ) الأولية أحادية الهيدروكسيل. (ب) الثانوية ثلاثية الهيدروكسيل.
(جـ) الثانوية أحادية الهيدروكسيل. (د) الثالثية أحادية الهيدروكسيل.

٥- يُعطي التحلل المائي القلوي لـ ٢ – برومو بروبان ....
(أ) كحول أولي (ب) كحول ثانوي (جـ) كحول ثالثي (د) ألكان

٦- ينتج عن الهيدرة الحفزية للبروبين ....
(أ) كحول أولي. (ب) كحول ثانوي.
(جـ) كحول ثالثي. (د) كحول ثنائي الهيدروكسيل.

٧- يتحلل السكروز مائياً ويعطي .... **(مصر ثان ٠٠)**
(أ) لاكتوز ومالتوز (ب) جلوكوز وجالاكتوز
(جـ) جلوكوز وفركتوز (د) فركتوز وجالاكتوز

٨- يعتبر الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ مثالاً من ....
(أ) الألدهيدات عديدة الهيدروكسيل (ب) الكيتونات عديدة الهيدروكسيل
(جـ) الكحولات عديدة الهيدروكسيل (د) الهيدروكربونات

٩- درجة غليان الجليسرول أعلى من درجة غليان ....
(أ) الإيثانول (ب) الإيثيلين جليكول (جـ) البروبانول (د) جميع ما سبق

١٠- يسمى الكحول الذي صيغته $H_3C-\overset{CH_3}{CH}-\overset{OH}{CH}-CH_3$
(أ) ٢ – ميثيل – ٣ – بروبانول (ب) ٢ – ميثيل – ٣ – بيوتانول
(جـ) ٣ – ميثيل – ٢ – بروبانول (د) ٣ – ميثيل – ٢ – بيوتانول

١١- جميع الكحولات التالية قابلة للتأكسد بواسطة برمنجنات البوتاسيوم المحمضة عدا ....
(أ) ٢ – ميثيل – ٢ – بروبانول (ب) الإيثانول
(جـ) الأيزو بروبانول (د) الميثانول

١٢- الألكين الذي ينتج عند تفاعل ٢ – بروبانول مع حمض الكبريتيك عند درجة ١٨٠°م
(أ) بروباين (ب) إيثاين (جـ) بروبين (د) بيوتاين

١٣- أكسدة الكحول الذي صيغته $H_3C-\overset{CH_3}{CH}-\overset{OH}{CH}-CH_3$ يعطي ....
(أ) ألدهيد فقط (ب) ألدهيد ثم حمض كربوكسيلي
(جـ) كيتون (د) إيثير

١٤- يعتبر أحد هذه الكحولات كحولاً ثانوياً ....
(أ) $HO-CH_2-CH_2-CH_3$ (ب) $H_3C-CH_2-CH_2-OH$
(جـ) $H_3C-\overset{CH_3}{CH}-CH_2-OH$ (د) $H_3C-\overset{OH}{CH}-CH_3$

١٥- بتسخين أحادي كلوروبنزين مع محلول هيدروكسيد الصوديوم في درجة حرارة عالية وتحت ضغط عالي يتكون .... (مصر أول ٠١)

(أ) بنزين (ب) حمض بنزويك (جـ) فينول (د) كحول بنزيلي

١٦- يعتبر تفاعل الفينول مع الفورمالدهيد في وسط حمضي مثالاً لبلمرة ....

(أ) التكاثف (ب) الإضافة (جـ) الكحولات (د) جميع ما سبق

١٧- الكحول الأيزوبروبيلي (٢ – بروبانول) من الكحولات .... (مصر ثان ٠٧)

(أ) الأولية (ب) الثانوية (جـ) ثنائية الهيدروكسيل (د) الثالثية

السؤال التاسع : أجب عن الأسئلة التالية :

أولاً :

(أ) اقرأ الجدول التالي ثم أجب : (مصر ثان ١٢)

١	٢ – بروبانول	٢	١ – بروبانول	٣	حمض البكريك
٤	٢ – ميثيل – ١ – بروبانول	٥	٢ – ميثيل – ٢ – بروبانول	٦	كاتيكول

اختر من الجدول السابق المركب (أو المركبات) الذي يعتبر ....

١- الكحولات الأولية.
٢- الكحولات الثانوية.
٣- الفينولات.
٤- كحول ينتج عن أكسدته ألدهيد.
٥- ينتج عن أكسدته كيتون.
٦- ناتج نيترة الفينول.
٧- مُشتق ثنائي للبنزين.
٨- مُشتق رباعي للبنزين.

(ب) اقرأ الجدول التالي ثم أجب :

١	$H_3C-O-CH_3$	٢	$H_3C-C(CH_3)_2-OH$	٣	$H_3C-CH_2-O-CH_2-CH_3$
٤	$H_3C-CH(OH)-CH_2-O-CH_3$	٥	$H_2C(OH)-CH_2(OH)$	٦	بنزين ثلاثي الهيدروكسيل (OH, HO, OH)

اختر من الجدول السابق المركب (أو المركبات) الذي يعتبر ....

١- يحتوي على مجموعة كحولية وأخرى إيثيرية في تركيبه.
٢- يصعب أكسدته بالعوامل المؤكسدة العادية.
٣- يعتبر أيزومير للإيثانول.
٤- ينتج من تفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك عند درجة حرارة ١٤٠°م.
٥- يعتبر من الفينولات.
٦- يدخل في صناعة ألياف الداكرون.
٧- يُمكن الحصول عليه عند إضافة الماء إلى ٢ – ميثيل – ١ – بروبين.
٨- يعتبر من الإيثيرات.

(جـ) اقرأ الجدول التالي ثم أجب :

١	H_3C-CH_2-OH	٢	$H_3C-CH_2-CH_2-OH$	٣	$H_3C-CH(CH_3)-OH$
٤	$H_2C(CH_3)-CH(CH_3)-OH$	٥	$H_3C-CH(CH_3)-CH_2-OH$	٦	$H_3C-C(CH_3)_2-OH$

اختر من الجدول السابق كل الإجابات الصحيحة لكل سؤال مما يأتي :

١- الكحولات الثانوية.
٢- المركبات التي لا يتأكسد باستخدام العوامل المؤكسدة المعتادة.
٣- المركبات التي تتأكسد إلى كيتونات.
٤- المركبات التي تعطي إيثرات عند تفاعلها مع حمض الكبريتيك عند ١٤٠°م.

ثانياً : تلعب المركبات العضوية دوراً مهماً في حياتنا اليومية، بين الأهمية التطبيقية لكل مركب من المركبات التالية :

(١) الإيثانول.
(٢) الإيثيلين جليكول. **(مصر أول ٩٥)**
(٣) الجليسرول. **(مصر ثان ٠٦)**
(٤) الفينول.
(٥) البكاليت.
(٦) حمض البكريك.
(٧) الميثانول.
(٨) البيريدين.
(٩) السبرتو الأحمر.
(١٠) حمض الكبريتيك المركز
(١١) النيترو جلسرين. **(مصر أول ٠٧)**
(١٢) كلوريد الحديد (III)
(١٣) الفورمالدهيد. **(مصر ثان ٠٦)**
(١٤) برمنجنات البوتاسيوم.
(١٥) حمض الكروميك الساخن (ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك)
(١٦) انزيم الزيميز في انتاج الكحول صناعياً **(مصر ثان ٠٥)**

ثالثاً : اكتب الصيغ البنائية لثلاثة متشكلات لهاليد ألكيل صيغته الجزيئية C_4H_9Br ، ثم اكتب ناتج التحلل المائي لكل منهم.

رابعاً : اكتب الصيغ البنائية لثلاثة متشكلات لكحولات صيغتها الجزيئية C_4H_9OH ثم ....

١- صنف كل منهم إلى أولي وثانوي وثالثي.
٢- قارن بين ناتج أكسدة كل منهم.
٣- اكتب ناتج تفاعل كل منهم مع حمض الإيثانويك.
٤- وضح تأثير حمض الكبريتيك المركز حتى درجة ١٤٠°م على كل منهم.
٥- بيّن صيغة الألكين الناتج من كل منهم عند نزع جزيء ماء عند تسخين كل منهم حتى درجة ١٨٠°م.

خامساً : اكتب نبذة مختصرة عن كل مما يأتي :

١- الكحول المحول.
٢- حامضية الكحولات والفينولات. **(مصر أول ٩٥)**
٣- تفاعل تكوين الأستر.
٤- استخدامات الإيثانول.
٥- ثلاثي نترات الجليسرول.
٦- حمض البكريك.

سادساً : كيف تجرى التجارب التالية :

١- تكوين أسيتات الإيثيل.
٢- أكسدة الإيثانول
٣- تحضير إيثوكسيد الصوديوم.

سابعاً : ما تأثير المواد التالية على الفينول :

١- الصوديوم ٢- الصودا الكاوية.
٣- حمض النيتريك المركز. ٤- الفورمالدهيد.

ثامناً : رتب الكحولات الآتية ترتيباً تصاعدياً حسب درجة غليانها – علل إجابتك ؟

(.....) الجليسرول (.....) الإيثانول (.....) الإيثيلين جليكول (.....) السوربيتول

تاسعاً : كيف يمكنك الكشف عن (أو التمييز بين) :

١- الإيثانول.
٢- تعاطي السائقين للكحوليات.
٣- الفينول (حمض الكربوليك). (مصر ثان ٩٧)
٤- الإيثانول ، و ٢ – ميثيل – ٢ – بيوتانول. (مصر أول ٠٦)
٥- ثلاثة عبوات بكل منها (**إيثانول – حمض أسيتيك – فينول**) (مصر أول ١٠)

عاشراً : مركبان (أ) ، (ب) الصيغة الجزيئية لهما [C_2H_6O] (مصر أول ١٠)

١- اكتب الصيغة البنائية لكل مركب.
٢- إذا علمت أن المركب **(أ)** يستجيب لتفاعلات الأكسدة بعكس المركب **(ب)**.
كيف يمكنك تحويل المركب **(أ)** إلى مركب له المجموعة الوظيفية للمركب **(ب)**.
٣- كيف يمكنك الحصول على الهيدروجين من أحدهما.

حادي عشر : اقرأ العبارة الآتية ثم أجب عن الأسئلة التي تليها : (مصر أول ٠٧)

" عند تفاعل الجليسرول مع المادة (س) في وجود حمض الكبريتيك المركز نتجت المادة (ص) التي تُستخدم في توسيع الشرايين عند علاج الأزمات القلبية "

١- اذكر استخدام آخر للمادة **(ص)**.
٢- اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة التي تعبر عن تفاعل المادة **(س)** مع البنزين في وجود حمض الكبريتيك المركز الساخن **(٥٠°م)**
٣- ما نوع الروابط الكيميائية المتكونة بين الذرات في جزيء الجليسرول؟

الأحمـــاض الكربوكسيليـــة :

الأحماض الكربوكسيلية : "هي أكثر المواد العضوية حامضية وتكون مجموعة متجانسة وتتميز بوجود مجموعة أو أكثر من مجموعات الكربوكسيل (-COOH)"

ملاحـــظة :	على الرغم من قوة الأحماض العضوية (أقوى المواد العضوية في الحامضية) إلا أنها ليست أحماضاً قوية مثل الأحماض غير العضوية كأحماض الهيدروكلوريك والكبريتيك والنيتريك

التكويـــــن : مجموعة الكربوكسيل **(COOH–)** المميزة للأحماض العضوية هي مجموعة مركبة من مجموعتي الكربونيل **(C=O=)** والهيدروكسيل **(OH–)**

(علل) يطلق على الأحماض الأليفاتية المشبعة أحادية الكربوكسيل الأحماض الدهنية؟
جـ : لأن عدداً كبيراً من هذه الأحماض يوجد في الدهون على هيئة أسترات مع الجلسرين

(س) قارن بين الأحماض الأليفاتية والأحماض الأروماتية ؟

	الأحمـــاض الأليفاتيـــة	الأحمـــاض الأروماتيـــة
الصيغـــة العامـــة	R–C(=O)–OH	Ar–C(=O)–OH
مثـــال لحمض أحادي الكربوكسيل (القاعدية)	H–C(=O)–OH **حمض الفورميك**	C_6H_5–COOH **حمض البنزويك**
مثـــال لحمض ثنائي الكربوكسيل (القاعدية)	COOH | COOH **حمض الأكساليك**	C_6H_4(COOH)(COOH) **حمض الفيثاليك**

قاعدية الأحماض : "هي عدد مجموعات الكربوكسيل الموجودة في الحمض العضوي"

التسميـــة :

أولاً : التسمية الشائعة :
تعتبر التسمية الشائعة للأحماض هي الأكثر استخداماً عن بقية جميع المركبات العضوية الأخرى وتسمى الأحماض الكربوكسيلية عادة بأسمائها الشائعة المشتقة من الاسم اللاتيني أو الإغريقي للمصدر المُحضرة منه

(علل) اشتقاق اسم حمض الفورميك من اسم النمل الأحمر (Formica) ؟
جـ : لأنه حُضر أول مرة من تقطير النمل المطحون

ثانياً : تسمية الأيوباك :
يشتق الحمض من الألكان المقابل الذي يحتوي على نفس عدد ذرات الكربون بإضافة المقطع **(ويك)** إلى نهاية اسم الألكان **[ألكان + ويك = ألكانويك]**

✱ يوضح الجدول التالي بعض الأحماض الكربوكسيلية وأسمائها الشائعة وأسمائها تبعاً لنظام الأيوباك

الصيغــة	التسمية الشائعة	المصدر	الألكان المقابل الذي فيه نفس عدد ذرات الكربون	اسم الحمض تبعاً لنظام الأيوباك
HCOOH	حمض الفورميك	النمل (Formica)	ميثان	ميثانويك
CH_3COOH	حمض الأسيتيك	الخل (Acetum)	إيثان	إيثانويك
C_3H_7COOH	حمض البيوتريك	الزبدة (Butter)	بيوتان	بيوتانويك
$C_{15}H_{31}COOH$	حمض البالمتيك	زيت النخيل (Palm Oil)	هكسا ديكان	هكسا ديكانويك

الأحماض الأليفاتية أحادية الكربوكسيل :

حمض الأسيتيك CH_3COOH :

طـرق تحضيـره :

(١)<u>الطريقة الحيوية (فى مصر)</u> :

محالـ يل كـحولـ ية مخـ فـ فة ——(أكـ سدة بـ وا سطة أكـ سجـ ين الـهواء / فـ ي وجود بـ كـ تريـ ا الـ خل)——> حمض الأ سـ يـ تـ يك

(٢)<u>من الأستيلين</u> :

يحضر حمض الأسيتيك على نطاق واسع بالهيدرة الحفزية للأستيلين فينتج الأسيتالدهيد الذي يتأكسد بدوره إلى الحمض بسهولة

$$\underset{\text{الأسيتيلين}}{H-C\equiv C-H} + H_2O \xrightarrow[HgSO_4\ (60\ ^\circ C)]{H_2SO_4\ (40\%)} \underset{\text{أسيتالدهيد}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{حمض الأسيتيك}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH}$$

الخواص العامة للأحماض الأليفاتية :

أولاً : <u>الخواص الفيزيائية</u> :

تتدرج الخواص الفيزيائية للأحماض العضوية بزيادة الكتلة الجزيئية

(١) الأحماض الأربعة الأولى : سوائل كاوية – لها رائحة نفاذة – تامة الذوبان في الماء

(٢) الأحماض الوسطـــــى : سوائل زيتية القوام – كريهة الرائحة – شحيحة الذوبان في الماء

(٣) الأحماض العليـــــا : مواد صلبة – عديمة الرائحة – غير قابلة للذوبان في الماء

(علل) درجة غليان الأحماض الكربوكسيلية أكبر من درجة غليان الكحولات التي تتساوى معها في عدد ذرات الكربون أو الكتلة الجزيئية؟

جـ: لأن الرابطة الهيدروجينية في الأحماض تعمل على تجميع الجزيئات في تجمعات فيرتبط جزيء الحمض مع جزيء آخر برابطتين هيدروچينيتين

```
         O ------- HO
        //           \
R — C                 C — R
        \            //
         OH -------- O
```

الحمـض	الكتلة الجزيئية	درجة الغليـان	الكحـول	الكتلة الجزيئية	درجة الغليـان
الفورميك	٤٦	١٠٠°م	الإيثانول	٤٦	٧٨ °م
الأسيتيك	٦٠	١١٨ °م	البروبانول	٦٠	٩٨ °م

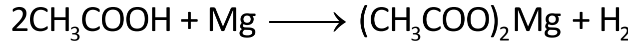
ثانياً : الخواص الكيميائية :

(١) خواص تعزى إلى أيون الهيدروجين :

الخاصية الحامضية :

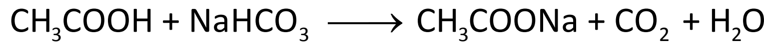
(علل) وجود الخاصية الحامضية في الأحماض الكربوكسيلية ؟

جـ: لأنها تتفاعل مع الفلزات النشيطة (التي تسبق الهيدروجين في السلسلة الكهروكيميائية) والأكاسيد والهيدروكسيدات وأملاح الكربونات والبيكربونات لتكوين الأملاح العضوية



$$2CH_3COOH + Mg \longrightarrow (CH_3COO)_2Mg + H_2$$

أسيتات الماغنسيوم



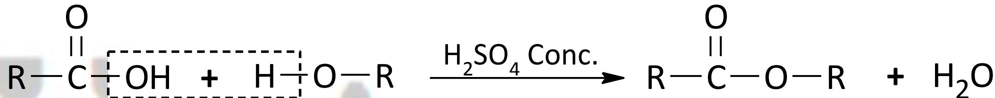
$$CH_3COOH + NaHCO_3 \longrightarrow CH_3COONa + CO_2 + H_2O$$

أسيتات الصوديوم

(٢) خواص تعزى إلى مجموعة الهيدروكسيل :

تكوين الأسترات :

"تفاعل الأحماض العضوية مع الكحولات لتكوين الأستر والماء"

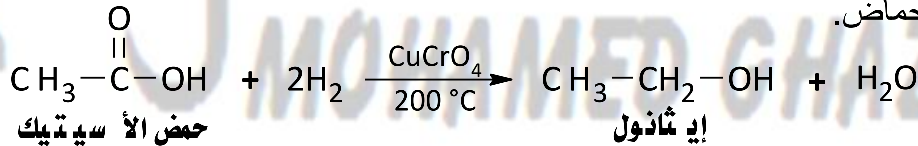


$$R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OH + H-O-R \xrightarrow{H_2SO_4\ Conc.} R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-O-R + H_2O$$

(س) ما أثر إضافة حمض الأسيتيك إلى الكحول الإيثيلي ؟

(٣) خواص تعزى إلى مجموعة الكربوكسيل :

تُختزل الأحماض الكربوكسيلية بواسطة الهيدروجين في وجود عامل حفز مثل كرومات النحاس عند درجة ٢٠٠ °م ويمكن تحضير الإيثانول من حمض الأسيتيك بهذه الطريقة ويعتبر هذا التفاعل عكس تفاعل أكسدة الكحولات إلى أحماض.



$$CH_3-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OH + 2H_2 \xrightarrow[200\ °C]{CuCrO_4} CH_3-CH_2-OH + H_2O$$

حمض الأسيتيك — إيثانول

كحول $\underset{\text{أكسدة}}{\overset{\text{اختزال}}{\rightleftharpoons}}$ حمض كربوكسيلي

الكشف عن حمض الأسيتيك :

١- **كشف الحامضية :**

إضافة الحمض إلى ملح كربونات أو بيكربونات الصوديوم ، فيحدث فوران ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير

٢- **كشف تكوين الأستر (الأسترة) :**

تتفاعل الأحماض مع الكحولات لتكوين الأسترات المميزة برائحتها الذكية (روائح لأنواع مختلفة من الزهور أو الفواكه تبعاً لنوع الكحول والحمض)

(س) كيف تميز عملياً بين حمض الأسيتيك وأي مركب عضوي آخر ؟

الأحماض الكربوكسيلية الأروماتية :

التعريف : "هي مركبات أروماتية تحتوي على مجموعة كربوكسيل أو أكثر متصلة بحلقة البنزين"

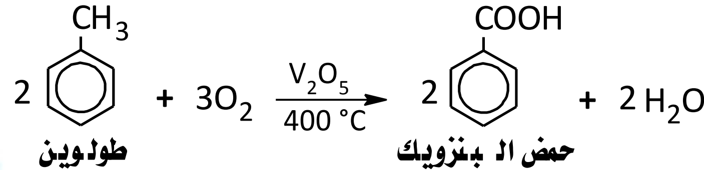
أمثلة : ١- أحماض أروماتية أحادية الكربوكسيل (أحادية القاعدية) : مثل حمض البنزويك

٢- أحماض أروماتية ثنائية الكربوكسيل (ثنائية القاعدية) : مثل حمض الفثاليك

COOH (حلقة بنزين) حمض البنزويك (أحادي القاعدية)	COOH / COOH (حلقة بنزين) حمض الفثاليك (ثنائي القاعدية)	HOOC–(حلقة بنزين)–COOH حمض التيرفثاليك (ثنائي القاعدية)	COOH / OH (حلقة بنزين) حمض السلسليك

التحضير :

بأكسدة **الطولوين** أو **البنزالدهيد** باستخدام المواد المؤكسدة المناسبة ، فمثلاً يحضر تجارياً بأكسدة الطولوين بالهواء الجوي عند درجة حرارة ٤٠٠°م وفي وجود **خامس أكسيد الفاناديوم**



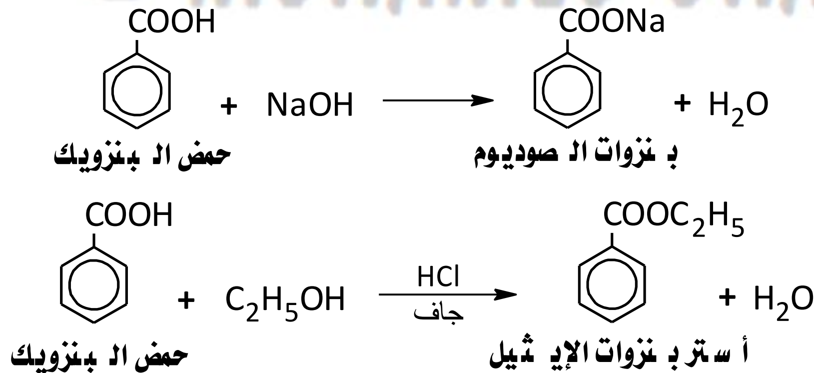
أولاً : الخواص الفيزيائية :

الأحماض الأروماتية أقوى قليلاً من الأحماض الأليفاتية – وأقل ذوباناً في الماء – وأقل تطايراً (أكثر ثباتاً)

س) رتب المركبات التالية تصاعدياً حسب قوة حامضيتها :   (حمض الأسيتيك – حمض البنزويك – حمض الهيدروكلوريك – حمض الكربوليك – الكحول الإيثيلي)

ثانياً : الخواص الكيميائية :

تفاعلات مجموعة الكربوكسيل تشبه تلك الموجودة في الأحماض الأليفاتية ويتمثل ذلك في تكوين أملاح الفلزات أو هيدروكسيداتها أو كربوناتها وتكوين أسترات مع الكحول



س) وضح بالمعادلات الرمزية تفاعل حمض البنزويك مع كل من :   (الصوديوم – كربونات الصوديوم – بيكربونات الصوديوم)
س) كيف تحصل على حمض البنزويك من البنزين والعكس ؟

الأحمـاض العضويـة فـي حياتنـا :

١- حمض الفورميك : (HCOOH) :

" هو الحمض الذي يفرزه النمل الأحمر دفاعاً عن نفسه"

الاستخـــدام : **(١)** صناعة الصبغات **(٢)** المبيدات الحشرية **(٣)** العطور
(٤) العقاقير **(٥)** البلاستيك

٢- حمض الأسيتيك : (CH_3COOH)

المواصفـــات : ***حمض الخليك الثلجي :*** **"هو حمض الأسيتيك النقي ١٠٠% نفاذ الرائحة يتجمد عند ١٦°م على هيئة بلورات شفافة تشبه الثلج"**

الاستخـــدام : **(١)** حمض الخليك المخفف ٤% على هيئة الخل في المنازل
(٢) مادة أولية هامة في تحضير الكثير من المركبات العضوية
مثل (الحرير الصناعي – الصبغات – المبيدات الحشرية – الإضافات الغذائية)

٣- حمض البنزويك : C_6H_5-COOH

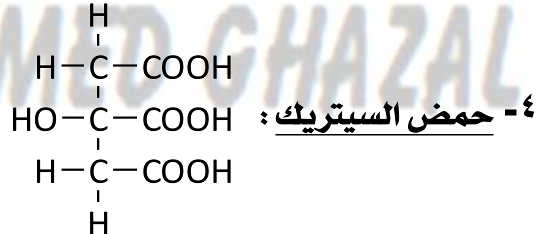
المواصفـــات :

(علل) يحول حمض البنزويك إلى ملحه الصوديومي والبوتاسيومي ؟
جـ : لأنه مركب شحيح الذوبان في الماء ليكون قابلاً للذوبان في الماء ويسهل امتصاصه بالجسم

الاستخـــدام :

(علل) يستخدم بنزوات الصوديوم ٠,١٪ في معظم الأغذية المحفوظة كمادة حافظة؟
جـ : لأنها تمنع نمو الفطريات على هذه الأغذية

٤- حمض السيتريك :



الوجــود : في الموالح مثل الليمون ٥-٧% والبرتقال ١%

الاستخـــدام :

(علل) حمض السيتريك يمنع نمو البكتريا على الأغذية؟	**جـ :** لأنه يقلل الرقم الهيدروجيني (P^H)
(علل) يضاف حمض السيتريك على الفاكهة المجمدة؟	**جـ :** ليحافظ على لونها وطعمها

٥- حمض اللاكتيك : $CH_3-CH(OH)-COOH$

الوجــود :

✱ في اللبن نتيجة لفعل الأنزيمات التي تفرزها بعض أنواع البكتريا على سكر اللبن (اللاكتوز)
✱ يتولد في الجسم نتيجة للمجهود الشاق ويسبب تقلصاً في العضلات

(علل) لاعبوا الكرة أكثر عرضة للإصابة بالشد العضلي ؟

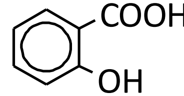
٦- **حمض الأسكوربيك [فيتامين جـ (C)] :**

الوجـــود : يوجد في الحمضيات (الموالح) والفواكه والخضروات مثل الفلفل الأخضر

الفوائـــد : **(١)** هو من الفيتامينات التي يحتاجها الجسم بكميات قليلة
(٢) مفيد لبعض الوظائف الحيوية في جسم الإنسان
(٣) يتحلل بالحرارة وفعل الهواء ؛ لذا يفضل أكل الخضروات طازجة

(علل) خطورة نقص فيتامين جـ في جسم الإنسان ؟
جـ : لأنه يؤدي إلى الإصابة بمرض الاسقرابوط

٧- **حمض السلسيلك :**



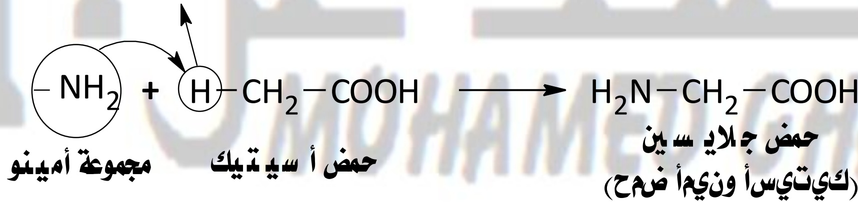
الاستخــدام :

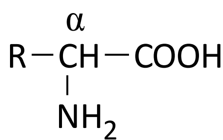
✱ صناعة مستحضرات التجميل الخاصة بالجلد لإعطائه النعومة أو للحماية من أشعة الشمس
✱ استخدم منذ ١٨٢٩م لعلاج أمراض البرد والصداع قبل استخدام الأسبرين إلا أنه المتسبب في قرحة المعدة

٨- **الأحماض الأمينية : Amino acids**

الأحماض الأمينية "هي مشتقات أمينية للأحماض العضوية"

✱ أبسط أنواع الأحماض الأمينية هو حمض الجلايسين (أمينو أسيتيك) ويتكون نتيجة لإحلال مجموعة أمينو ($-NH_2$) محل ذرة الهيدروچين من مجموعة الألكيل الموجودة في جزيء حمض الأسيتيك





الأحماض الأمينية الموجودة في الطبيعة متعددة ولكن يوجد منها عشرون حمضاً فقط في البروتينات الطبيعية ، وتتميز الأحماض الأمينية الموجودة في البروتينات بأنها جميعاً من نوع ***الألفا أمينـو :*** **"مجموعة الأمينو التي تكون متصلة بذرة الكربون ألفا (α) وهي التي تلي مجموعة الكربوكسيل مباشرة"**

البروتينات : **"هي بوليمرات للأحماض الأمينية"**

مثال :

الأنسولين : **"كتلته الجزيئية تبلغ ٦٠٠٠ وهو يتكون من ٥١ جزيء لستة عشر حمضاً أمينياً"**

✱ قد تصل الكتلة الجزيئية لبعض جزيئات البروتينات إلى أكثر من مليون كما في الأنزيمات المعقدة

الأستـــرات :

الأسترات : "هي نواتج اتحاد الأحماض الكربوكسيلية مع الكحولات"

الوجــود : تنتشر الأسترات بكثرة في الطبيعة فتوجد في المواد النباتية والحيوانية

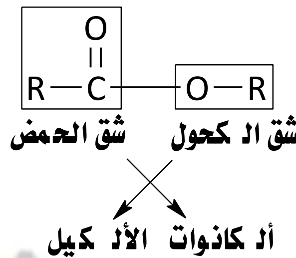
الاستخــدام : تستخدم أسترات كثيرة لإنتاج العطور والنكهات تجارياً (مكسبات الطعم والرائحة) وتستخدم إما بمفردها أو ممزوجة بمركبات طبيعية

شمع النحل : "هي أسترات ذات كتل جزيئية مرتفعة"

الزيوت والدهون : "هي أسترات مشتقة من الجليسرين عن طريق تفاعل كحول ثلاثي الهيدروكسيل مع أحماض دهنية عالية"

التسميــة : يسمى الأستر باسم الشق الحامضي وأسم الألكيل من الكحول **[ألكانوات + الألكيل]**

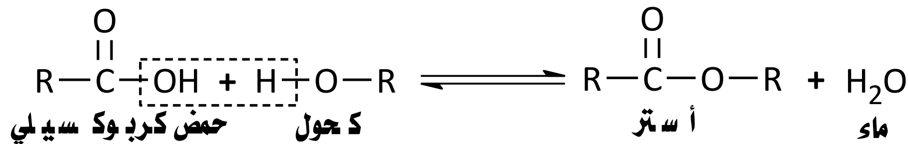
أمثلة :



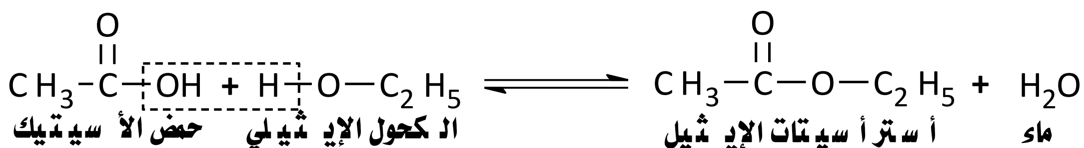
$C_6H_5-C(=O)-O-CH_2-CH_3$ بنزوات الإيثيل	$CH_3-C(=O)-O-CH_2-CH_3$ إيثانوات الإيثيل (ليثيإلا تاتيسأ)	$H-C(=O)-O-CH_3$ ميثانوات الميثيل (ليثيملا تامروف)

(س) ما اسم كل من المركبات التالية تبعاً لنظام الأيوباك واذكر الكحول والحمض المكونين لهما ؟	
$H_3C-CH_2-C(=O)-O-C_6H_5$	$C_6H_5-C(=O)-O-CH_2-CH_3$

الطريقة المباشرة لتحضير الأسترات : " هي تفاعل الأحماض الكربوكسيلية مع الكحولات"



مثال :



(علل) استخدام مادة نازعة للماء مثل حمض الكبريتيك المركز أو غاز كلوريد الهيدروجين الجاف؟

جـ : للتخلص من الماء الناتج ومنع حدوث التفاعل العكسي

الخواص الفيزيائية :

(١) لها روائح ذكية وهي التي تمد الفواكه والأزهار والزيوت العطرية برائحتها والنكهة الخاصة بها
(٢) تقل رائحتها تدريجياً بارتفاع الكتل الجزيئية للكحولات والأحماض المستخدمة في تكوينها
(٣) تتغير طبيعتها من سائل ذي رائحة ذكية إلى جسم صلب شمعي عديم الرائحة تقريباً
(٤) معظمها سوائل

(علل) تقل درجة غليان الأسترات كثيراً عن درجات غليان الأحماض والكحولات المتساوية معها في الكتلة الجزيئية؟

جـ : لعدم احتوائها على مجموعة الهيدروكسيل القطبية الموجودة في كل من الكحولات والأحماض التي تتسبب في ربط جزيئاتها معاً بالروابط الهيدروجينية

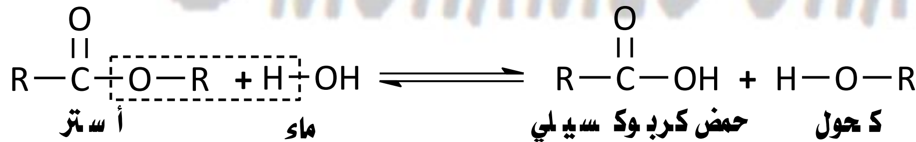
(س) رتب المركبات العضوية التالية تصاعدياً حسب درجة غليانها مع بيان السبب – علماً بأن كل منهم متساوي مع الأخر في الكتلة الجزيئية ؟

(الكحول البروبيلي – حمض الأسيتيك – أستر فورمات الميثيل)

الكتلة الجزيئية		الحمـض	الكحـول	الأستـر
٦٠		حمض الأسيتيك CH_3COOH	بروبانول C_3H_7OH	فورمات الميثيل $HCOOCH_3$
	درجة الغليان مº	١١٨	٩٧,٨	٣١,٨
٧٤		بروبانويك (بروبيونيك) C_2H_5COOH	بيوتانول C_4H_9OH	أسيتات الميثيل CH_3COOCH_3
	درجة الغليان مº	١٤١	١١٨	٥٧

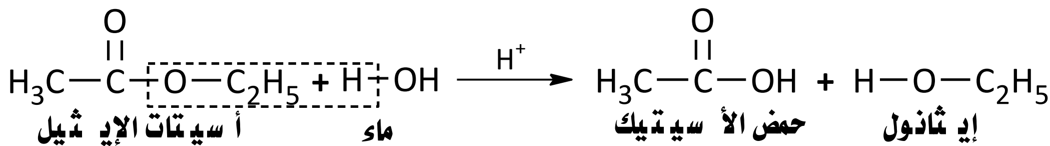
الخواص الكيميائية :

(١) ***التحلل المائي الحمضي (عكس الأسترة) :*** **"تفاعل الأستر مع الماء لتكوين الكحول والحمض المقابلين"**



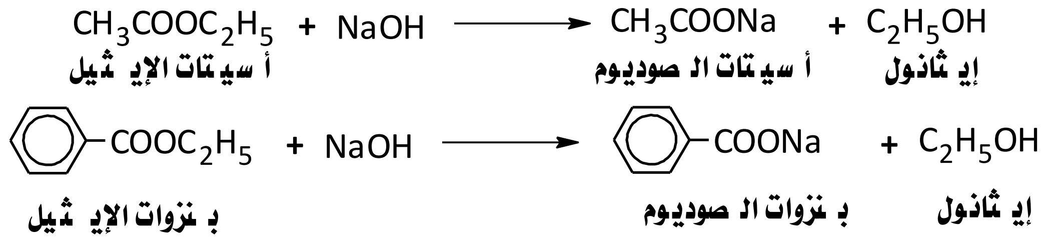
(علل) استخدام حامض معدني مخفف في التحلل المائي للأسترات؟

جـ : لأنه عامل مساعد يستخدم في إتمام التفاعل

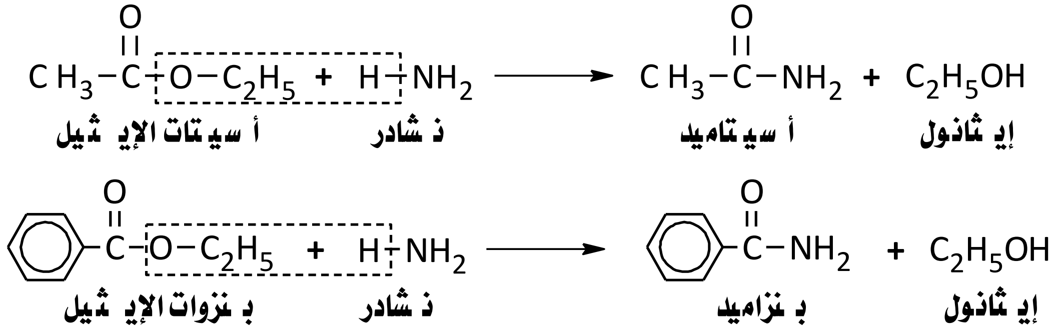


(٢) ***التحلل المائي القاعدي (التصبن) :*** **"هو التحلل المائي للأستر بالتسخين مع قلوي مائي ليتكون الكحول وملح الحمض"**

الصابون : **"هو أملاح الصوديوم لأحماض كربوكسيلية عالية"**



(٣)التحلل بالأمونيا (التحلل النشادري) : **"هو تفاعل الأسترات مع الأمونيا لتكوين أميد الحمض والكحول"**



الأستـــرات في حياتنـــا :

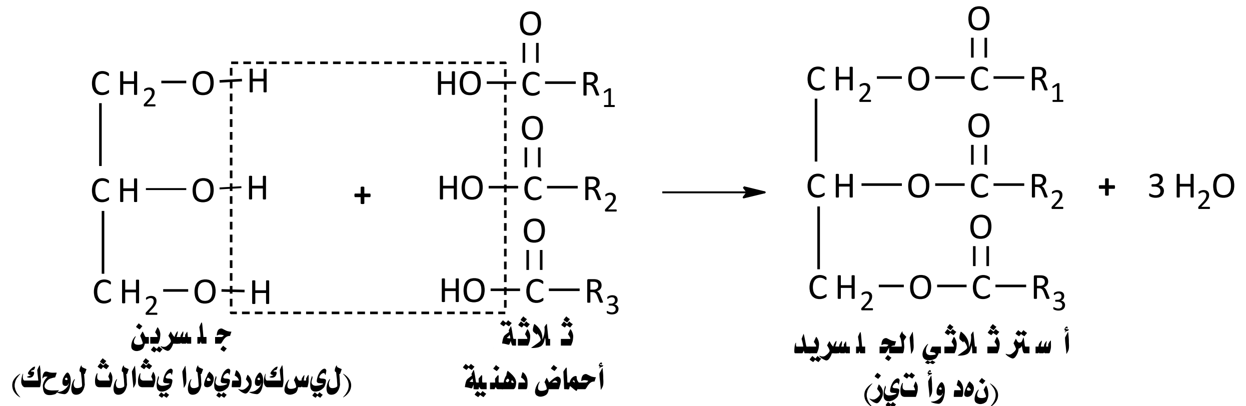
(١) الأسترات كمكسبات للطعم والرائحة :

(علل) تستخدم الأسترات كمكسبات للطعم والرائحة؟
جـ : لأنها تتميز بروائحها الذكية التي جعلت منها مواد مهمة في كثير من الصناعات الغذائية

(٢) الأسترات كدهون وزيوت :

الزيوت والدهون : **"هي أسترات ناتجة من تفاعل الجليسرول مع الأحماض العضوية"**

(علل) تسمى جزيئات الزيوت والدهون بثلاثي الجلسريد ؟
جـ : لأن كل جزيء منها يتكون من تفاعل جزيء واحد من الجلسرين (كحول ثلاثي الهيدروكسيل) مع ثلاثة جزيئات من الأحماض الدهنية التي قد تكون من نوع واحد ولكن غالباً تكون مختلفة وقد تكون السلسلة الكربونية لهذه الأحماض طويلة أو قصيرة مشبعة أو غير مشبعة



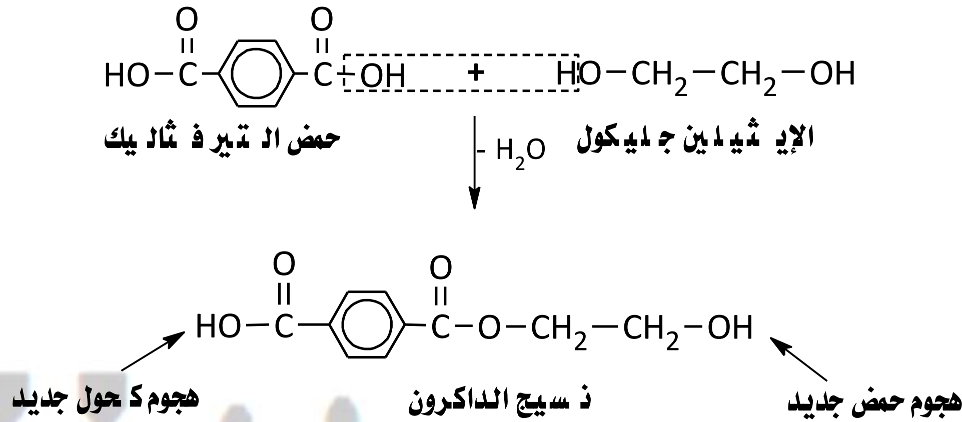
ملاحظـــة :	في جزيء أستر ثلاثي الجلسريد يكون زيت إذا كانت مجموعات (R_1 , R_2 , R_3) غير مشبعة ويكون دهن أو سمنة إذا كانت هذه المجموعات مشبعة

عملية التصبن : "هو التحلل المائي للدهن أو الزيت (أستر ثلاثي الجلسريد) في وجود مادة قلوية قوية مثل NaOH أو KOH وهي الأساس الصناعي لتحضير كل من الجلسرين والصابون"

(٣) الأسترات كبوليمرات (البولي أستر) :

البولي أسترات : "هي بوليمرات تنتج من عملية تكاثف مشتركة لمونمرين أحداهما لجزيء ثنائي الحامضية والآخر كحول ثنائي الهيدروكسيل"

نسيج الداكرون : "هو أشهر أنواع البولي أسترات المعروفة الذي يصنع بأسترة حمض التيرفثاليك والإيثيلين جليكول"



تستمر عملية التكاثف كيميائياً بأن يهاجم الكحول طرف الجزيء من ناحية الحمض أو يهاجم الحمض طرف الجزيء من ناحية الكحول وبتكرار عملية التكاثف يتكون جزيء طويل جداً يسمى **البولي أستر**

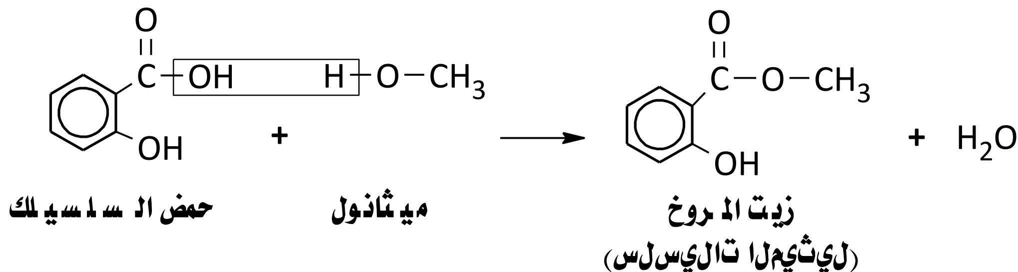
(علل) تصنع من نسيج الداكرون أنابيب لاستبدال الشرايين التالفة وصمامات القلب الصناعية؟
جـ : لأنه خامل كيميائياً

(٤) الأسترات كعقاقير طبية :

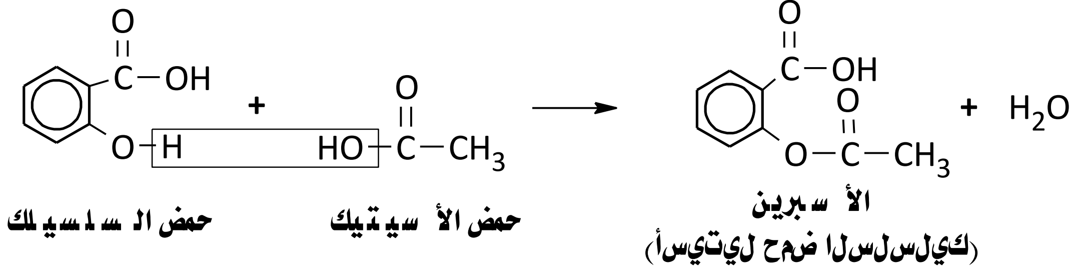
أولاً : زيت المـــروخ :

"هو أستر يستخدم كدهان موضعي حيث يمتص عن طريق الجلد لتخفيف الآلام الروماتيزمية"

التحضيـــر :
يتفاعل حمض السلسليك بواسطة مجموعة الكربوكسيل الحمضية مع الميثانول لتكوين **أستر سلسيلات الميثيل (زيت المروخ)**



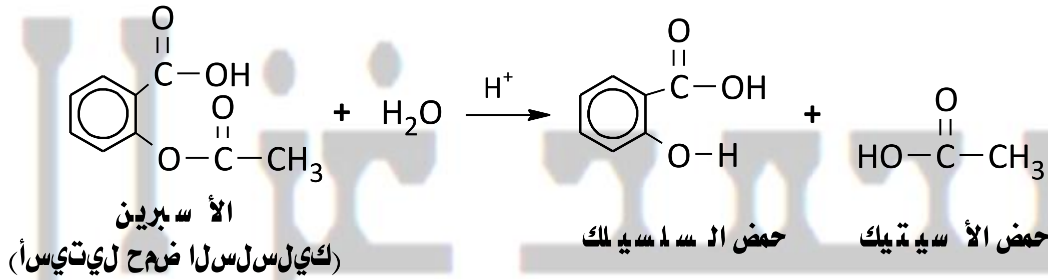
ثانياً : **الأسبريـــن** :



الاستخـــدام : **(١)** تخفيف آلام الصداع **(٢)** خفض الحرارة
(٣) يقلل من تجلط الدم **(٤)** يمنع حدوث الأزمات القلبية

المادة الفعالــة : حمض السالسيلك

(علل) تضاف مجموعة الأسيتيل (CH_3CO-) إلى حمض السلسيلك في صناعة الأسبرين؟
جـ : لتجعله عديم الطعم تقريباً وتقلل من حموضته



(علل) ينصح الأطباء بتفتيت حبة الأسبرين قبل بلعها أو أخذها مذابة في الماء؟
جـ : لأنه ينتج من تحلله في الجسم حمض السلسيلك وحمض الأسيتيك وهي أحماض تسبب تهيجاً لجدار المعدة وقد تسبب قرحة المعدة

(علل) تخلط بعض أنواع الأسبرين بمادة قلوية مثل هيدروكسيد الألومنيوم؟
جـ : لتعادل الحموضة الناتجة وتحمي المعدة من تقرحها

التقويـــم الخامـس (الأحماض الكربوكسيلية والأسترات)

السؤال الأول : أكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات التالية :

١- أكثر المواد العضوية حامضية وتكون مجموعة متجانسة وتتميز بوجود مجموعة أو أكثر من مجموعات الكربوكسيل (COOH -)

✱ مركبات عضوية تتميز باحتوائها على مجموعة كربوكسيل أو أكثر.

٢- عدد مجموعات الكربوكسيل الموجودة في جزيء الحمض العضوي.

٣- حمض عضوي مُشتق من النمل الأحمر.

✱ الحمض الذي يفرزه النمل الأحمر دفاعاً عن نفسه.

٤- حمض عضوي مُشتق من الخل.

٥- حمض عضوي مُشتق من الزبدة.

٦- حمض عضوي مُشتق من زيت النخيل.

٧- الطريقة المُستخدمة في تحضير حمض الأسيتيك (الخل) في مصر بأكسدة المحاليل الكحولية المُخففة بواسطة أكسچين الهواء الجوي في وجود بكتريا الخل.

٨- تفاعل الأحماض الكربوكسيلية مع كربونات أو بيكربونات الصوديوم.

٩- تفاعل الأحماض الكربوكسيلية مع الكحولات في وجود مادة نازعة للماء. **(مصر أول ٠٢)**

١٠- مركبات أروماتية تحتوي على مجموعة كربوكسيل أو أكثر مُتصلة بحلقة البنزين.

١١- العامل الحفاز المُستخدم في تحضير حمض البنزويك.

١٢- حمض الأسيتيك النقي ١٠٠% نفاذ الرائحة يتجمد عند ١٦°م على هيئة بلورات شفافة تُشبه الثلج.

١٣- حمض يُستخدم ملحه الصوديومي أو البوتاسيومي كمادة حافظة لمنع نمو الفطريات على الأغذية.

١٤- ملح يُستخدم بنسبة ٠,١% في مُعظم الأغذية المحفوظة كمادة حافظة.

١٥- حمض عضوي يُضاف إلى الفاكهة المُجمدة للحفاظ على لونها وطعمها.

١٦- حمض عضوي يتولد في الجسم نتيجة للمجهود الشاق ويسبب تقلص في العضلات.

✱ حمض عضوي يوجد في اللبن نتيجة لفعل الأنزيمات التي تفرزها بعض أنواع البكتريا على سكر اللبن (اللاكتوز).

١٧- حمض عضوي يوجد في الموالح والفواكه والخضروات يحتاجه الجسم بكميات قليلة، ونقصه في الجسم يؤدي لمرض الأسقرابوط.

١٨- حمض يستخدم لعلاج أمراض البرد والصداع قبل استخدام الأسبرين.

١٩- مُشتقات أمينية للأحماض العضوية.

٢٠- أبسط أنواع الأحماض الأمينية وهو مُشتق أميني لحمض الأسيتيك. **(أزهر أول ٠٩ ، أزهر أول ١٢)**

٢١- مجموعة الأمينو التي تكون مُتصلة بذرة الكربون ألفا (α) وهي التي تلي مجموعة الكربوكسيل مُباشرة.

٢٢- بوليمرات للأحماض الأمينية.

✱ بوليمرات طبيعية نتيجة لتكاثف الأحماض الألفا أمينية مع بعضها.

٢٣- بروتين كتلته الجزيئية تبلغ كتلته ٦٠٠٠ يتكون من ٥١ جزيء لستة عشر حمضاً أمينياً.

٢٤- نواتج تفاعل الأحماض الكربوكسيلية مع الكحولات.

٢٥- أسترات الجليسرول مع الأحماض الدهنية العالية.

٢٦- حمض ناتج من التحلل المائي لأستر أسيتات الإيثيل.

٢٧- تفاعل الأستر مع الماء لتكوين الكحول والحمض المقابلين في وجود حمض معدني مُخفف.

(أزهر أول ٠٩)

٢٨- التحلل المائي للأستر بالتسخين مع قلوي مائي ليتكون الكحول وملح الحمض. **(مصر أول ٠٠)**

✱ التحلل المائي للدهن أو الزيت (أستر ثلاثي الجلسريد) في وجود مادة قلوية قوية مثل NaOH أو KOH وهي الأساس الصناعي لتحضير كل من الجلسرين والصابون.

٢٩- أملاح الصوديوم لأحماض كربوكسيلية عالية.
٣٠- تفاعل الأسترات مع الأمونيا لتكوين أميد الحمض والكحول. (مصر أول ٩٩)
٣١- أميد حمض ناتج من التحلل النشادري لبنزوات الإيثيل.
٣٢- كحول ناتج من التحلل النشادري لأسيتات الإيثيل.
٣٣- بوليمرات تنتج من عملية تكاثف مُشتركة لمونمرين أحدهما لجزيء ثنائي الحامضية والآخر كحول ثنائي الهيدروكسيل.
٣٤- أشهر أنواع البولي أسترات المعروفة الذي يُصنع بأسترة التيرفيثاليك والإيثيلين جليكول. (أزهر أول ١٠)
٣٥- أستر يُستخدم كدهان موضعي حيث يُمتص عن طريق الجلد لتخفيف الآلام الروماتيزمية. (أزهر أول ٠٩)
* أستر ناتج تفاعل الميثانول مع حمض السالسليك. (أزهر أول ١٢)
٣٦- ناتج تفاعل حمض الأسيتيك مع حمض السالسليك.
٣٧- مجموعة ذرية تجعل الأسبرين عديم الطعم وتقلل من حموضته.
٣٨- حمض أروماتي ناتج من التحلل المائي للأسبرين.
٣٩- حمض أليفاتي ناتج من التحلل المائي للأسبرين.

السؤال الثاني : علل لما يأتي:

١- يُطلق على الأحماض الأليفاتية المُشبعة أحادية الكربوكسيل الأحماض الدهنية. (مصر ثان ٠٧)
٢- اشتقاق اسم حمض الفورميك من اسم النمل الأحمر (Formica).
٣- درجة غليان الأحماض الكربوكسيلية أكبر من درجة غليان الكحولات التي تتساوى معها في عدد ذرات الكربون أو الكتلة الجزيئية (مصر ثان ٠٨ ، مصر أول ١٠)
٤- يستخدم كربونات أو بيكربونات الصوديوم في الكشف عن الأحماض العضوية.
٥- استخدام الكحولات في الكشف عن الأحماض العضوية.
٦- حمض البنزويك أحادي القاعدية بينما حمض الأكساليك ثنائي القاعدية.
٧- يُحّول حمض البنزويك إلى ملحه الصوديومي أو البوتاسيومي عند استخدامه كمادة حافظة.
٨- يُستخدم بنزوات الصوديوم ٠,١% في معظم الأغذية المحفوظة كمادة حافظة.
٩- حمض السيتريك يمنع نمو البكتريا على الأغذية.
١٠- يُضاف حمض السيتريك إلى الفاكهة المُجمدة.
١١- لاعبو الكرة من أكثر الناس عُرضه للإصابة بالشد العضلي. (أزهر ثان ٠٩)
١٢- خطورة نقص فيتامين (جـ) في جسم الإنسان على الرغم من احتياجه الجسم بكمية قليلة.
١٣- الأنسولين يعتبر من البروتينات.
١٤- يُفضل استخدام الأسبرين عن حمض السالسليك في علاج أمراض البرد والصداع.
١٥- استخدام مادة نازعة للماء مثل حمض الكبريتيك المُركز أو غاز كلوريد الهيدروجين الجاف في تحضير الأسترات. (مصر أول ٩٠)
١٦- درجة غليان الأستر أقل من درجة غليان الحمض والكحول المكونان له.
١٧- يقل ذوبان أستر مُعين في الماء عن الحمض المُقابل الذي به نفس عدد ذرات الكربون.
١٨- تُستخدم الأسترات كمُكسبات للطعم والرائحة.
١٩- تُسمى جزيئات الزيوت والدهون بأستر ثلاثي الجلسريد.
٢٠- تُصنع من نسيج الداكرون أنابيب لاستبدال الشرايين التالفة وصمامات القلب الصناعية.
٢١- تُضاف مجموعة الأسيتيل (CH_3CO-) إلى حمض السالسليك في صناعة الأسبرين.
٢٢- يُنصح الأطباء بتفتيت حبة الأسبرين قبل بلعها أو أخذها مذابة في الماء.
٢٣- تُخلط بعض أنواع الأسبرين بمادة قلوية مثل هيدروكسيد الألومنيوم.

السؤال الثالث : اكتب الصيغة البنائية وكذلك اسم كل مركب عضوي من المركبات التالية:

١- حمض ثنائي الكربوكسيل عدد ذرات الكربون فيه تساوي عدد مجموعات الكربوكسيل. (مصر أول ٠٦)

* حمض أليفاتي ثنائي الكربوكسيل ($C_2H_2O_4$).

٢- حمض أليفاتي أحادي الكربوكسيل يستخلص من الزبد.

٣- حمض أليفاتي أحادي الكربوكسيل يستخلص من النمل الأحمر.

* حمض الفورميك.

٤- حمض أليفاتي أحادي الكربوكسيل يستخلص من الخل.

* حمض الأسيتيك.

٥- حمض أليفاتي أحادي الكربوكسيل يستخلص من زيت النخيل.

٦- حمض أروماتي يستخدمه ملحه الصوديومي في حفظ الأطعمة من الفطريات.

* حمض البنزويك.

٧- حامض عضوي يُضاف إلى الفاكهة المُجمدة ليحافظ على لونها. (مصر أول ٠٧)

٨- حمض ألفا أمينو أسيتيك (السودان أول ١٠)

٩- كحول ينتج من التحلل المائي لكل من أسيتات الإيثيل وبنزوات الإيثيل.

١٠- حمض عضوي يدخل في صناعة ألياف الداكرون. (مصر أول ٠٦)

١١- كحول يدخل في صناعة ألياف الداكرون.

١٢- حمض أروماتي ثنائي القاعدية.

* حمض أروماتي ثنائي الكربوكسيل ($C_8H_6O_4$).

١٣- حمض أروماتي هيدروكسيلي يُستخدم لتحضير الأسبرين وزيت المروخ.

* حمض أروماتي ينتج من التحلل المائي للأسبرين. (مصر أول ٠٦)

* حمض أروماتي به مجموعتي كربوكسيل وهيدروكسيل ($C_7H_6O_3$). (مصر ثان ١١)

* حمض السالسليك.

١٤- ٢،٢ – ثنائي ميثيل حمض البيوتانويك. (مصر أول ١٠)

١٥- ٢، ٣ – ثنائي كلورو حمض الهكسانويك.

١٦- ٢، ٤ – ثنائي كلورو حمض البنزويك.

١٧- إستر عضوي ينتج من تفاعل حمض السالسليك مع الميثانول.

١٨- أميد حمض عضوي ينتج من التحلل النشادري لبنزوت الإيثيل.

١٩- بنزوات الإيثيل.

٢٠- أسيتات الإيثيل.

٢١- فورمات الميثيل.

٢٢- بروبانوات الفينيل.

٢٣- أسيتات الميثيل.

٢٤- ميثانوات الميثيل.

٢٥- بيوترات الميثيل.

٢٦- الأسبرين (أسيتيل حمض السالسليك).

٢٧- زيت المروخ (سلسيلات الميثيل).

السؤال الرابع : اختر من العمودين (ب) ، (جـ) ما يناسب العمود (أ) :

(أ)	(ب)	(جـ)
١- حمض البنزويك	(.....) $C_6H_5COOCH_3$	(.....) يعطي تحلله النشادري بنزاميد.
٢- حمض السالسليك	(.....) حلقة بنزين بها OH و $COOCH_3$	(.....) ينتج من تفاعل حمض السالسليك مع حمض الأسيتيك.
٣- أسيتات الفينيل	(.....) حلقة بنزين بها COOH و COOH	(.....) حمض أروماتي أحادي القاعدية
٤- بنزوات الميثيل	(.....) حلقة بنزين بها COOH	(.....) من الأحماض الأمينية
٥- الجلايسين	(.....) حلقة بنزين بها OH و COOH	(.....) ينتج من تفاعل الميثانول مع حمض السالسليك
٦- زيت المروخ	(.....) حلقة بنزين بها $OCOCH_3$ و COOH	(.....) يُعطي تحلله النشادري أسيتاميد
٧- الأسبرين	(.....) $HO-CH_2COOH$	(.....) حمض أروماتي به مجموعتين وظيفيتين
	(.....) H_2NCH_2COOH	(.....) يحتوي على فيتامين (جـ)
	(.....) CH_3COO- حلقة بنزين	

السؤال الخامس : اكتب المعادلات الكيميائية التي تدل على كل من :

١- أكسدة الطولوين بالهواء في وجود خامس أكسيد الفاناديوم ثم تعادل المركب الناتج مع محلول الصودا الكاوية. **(مصر ثان ٩٦)**

٢- تحويل حمض الأسيتيك إلى الإيثير المعتاد.

٣- تحويل حمض الأسيتيك إلى إيثانول و العكس.

٤- تحويل الطولوين إلى بنزوات الصوديوم. **(أزهر أول ٠٩)**

٥- تحويل الطولوين إلى بنزوات الإيثيل. **(مصر أول ٠٨)**

٦- تحويل حمض الأسيتيك إلى إيثير ثنائي الإيثيل. **(أزهر أول ٠٩)**

٧- تحويل حمض الأسيتيك إلى الميثان. **(مصر ثان ٠٩)**

٨- تحويل حمض البنزويك إلى بنزين عطري. **(مصر أول ٠٩)**

٩- تحويل حمض الأسيتيك إلى كلوريد الإيثيل. **(مصر أول ٠٧)**

١٠- تحويل الأسيتالدهيد إلى أسود الكربون. **(مصر أول ٠٨)**

١١- تحويل أستر أسيتات الإيثيل إلى إيثانول والعكس.

١٢- تفاعل حمض البنزويك مع الإيثانول في وجود كلوريد الهيدروجين الجاف ثم تفاعل المركب الناتج مع الأمونيا.

* تحويل حمض أروماتي إلى أميد حمض عضوي. **(مصر أول ١٠)**
* تحويل الإيثانول إلى أميد حمض عضوي.

١٣- تكاثف الإيثيلين جليكول مع حمض التيرفيثاليك.

١٤- تأثير كل من الميثانول وحمض الأسيتيك على حمض السالسليك.

١٥- تحويل حمض السلسليك إلى الأسبرين. (السودان أول ١٠)

١٦- نواتج التحلل المائي والنشادري للأسترات التالية:

(أ) $CH_3CH_2COOC_6H_5$ (ب) $C_6H_5COOCH_2CH_3$

١٧- تحويل البنزين إلى بنزاميد.

السؤال السادس : اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١- يُطلق على تفاعل الأحماض العضوية مع الكحولات في وجود مادة نازعة للماء ....

(أ) هيدرة (ب) تعادل (جـ) أسترة (د) أكسدة

٢- مجموعة الكربوكسيل مجموعة تتكون من مجموعتين ....

(أ) الهيدروكسيل والكربونيل. (ب) الهيدروكسيل والفورميل.

(جـ) الهيدروكسيل والأمينو. (د) لا توجد إجابة صحيحة.

٣- جميع الأحماض التالية أحادية الكربوكسيل ما عدا ....

(أ) حمض البروبانويك (ب) حمض الفورميك

(جـ) حمض الإيثانويك (د) حمض الفيثاليك.

٤- من الأحماض الأروماتية ثنائية القاعدية حمض ....

(أ) البنزويك (ب) الفيثاليك (جـ) الفورميك (د) الإيثانويك

٥- جميع الصيغ الكيميائية التالية تمثل أسترات ما عدا ....

(أ) $H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_3$ (ب) $H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_2H_5$

(جـ) $H_3C-O-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$ (د) $H_5C_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_3$

٦- جميع المركبات التالية تُعطي فوراناً مع محلول بيكربونات الصوديوم ما عدا ....

(أ) $HCOOH$ (ب) $HCOOCH_3$

(جـ) C_6H_5COOH (حلقة بنزين مرتبطة بـ COOH) (د) CH_3COOH

٧- يتأكسد الطولوين بالهواء الجوي وفي وجود خامس أكسيد الفاناديوم إلى ....

(أ) حمض البنزويك (ب) حمض الفيثاليك

(جـ) حمض الأسيتيك (د) جميع ما سبق

٨- تتميز الأسترات برائحتها الذكية لذلك تدخل في صناعة ....

(أ) الألوان الصناعية (ب) مكسبات الطعم (جـ) البوليمرات (د) المنظفات الصناعية

٩- تنتج المادة الأولية لنسيج الداكرون من تكاثف ....

(أ) حمض الفيثاليك مع الإيثيلين جليكول (ب) حمض التيرفيثاليك مع الجليسرول

(جـ) حمض التيرفيثاليك مع الإيثيلين جليكول (د) حمض البنزويك مع الإيثيلين جليكول

١٠- تنتج أميدات الأحماض بتفاعل الأسترات مع الأمونيا والصيغة العامة لها هي ....

(أ) $RCONH_2$ (ب) $RCOONH_4$ (جـ) $RONH_2$ (د) $RNH_3^+Cl^-$

١١- يعتبر الجلايسين من أمثلة الأحماض ....

(أ) الهيدروكسيلية (ب) الأروماتية (جـ) الأمينية (د) الدهنية

١٢- يتكون جزيء الأنسولين من ٥١ جزيء لستة عشر حمضاً أمينياً لذا فإنه يعتبر مثالاً من ....

(أ) البروتينات (ب) الكربوهيدرات (جـ) الدهون (د) الزيوت

١٣- يُنتج زيت المروخ من تفاعل حمض السالسليك مع ....
(أ) كلوريد الأسيتيل (ب) حمض الأسيتيك (جـ) الميثانول (د) الإيثانول

١٤- المشابه الجزيئي لأسيتات الميثيل هو ....
(أ) فورمات الإيثيل (ب) حمض الأسيتيك (جـ) إيثانوات الإيثيل (د) الإيثانول

١٥- المشابه الجزيئي لبنزوات الميثيل هو ....
(أ) فورمات الإيثيل (ب) أسيتات الفينيل (جـ) بنزوات الإيثيل (د) فورمات الفينيل

١٦- يختزل حمض الأسيتيك بواسطة الهيدروجين وفي وجود كرومات النحاس عند درجة ٢٠٠°م معطياً ....
(أ) أسيتات النحاس (ب) أسيتات الكروم (جـ) الإيثانول (د) الأسيتالدهيد

١٧- الصيغة الكيميائية للأستر الذي ينتج من تفاعل حمض الأسيتيك مع الميثانول ....
(أ) $CH_3COOC_2H_5$ (ب) CH_3COOCH_3 (جـ) $C_6H_5COOCH_3$ (د) $HCOOCH_3$

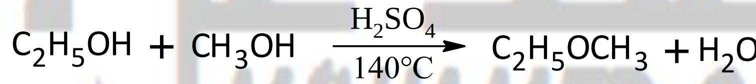
١٨- جميع الصيغ الكيميائية التالية لا تمثل أسترات ما عدا ....
(أ) $CH_3OCH_2COCH_3$ (ب) $CH_3OC_6H_5$
(جـ) $C_2H_5COC_2H_5$ (د) $CH_3COOC_2H_5$

١٩- الزيوت والدهون هي أسترات تنتج من اتحاد الأحماض الدهنية العالية مع ....
(أ) الإيثانول (ب) الإيثيلين جليكول (جـ) الجليسرول (د) لا توجد إجابة صحيحة

٢٠- الأستر الذي يُعطي عند تحلله مائياً حمض الإيثانويك ....
(أ) $C_6H_5COOCH_3$ (ب) $C_2H_5COOCH_3$
(جـ) $CH_3COOC_2H_5$ (د) $C_2H_5COOC_2H_5$

٢١- الأستر الذي يعطي عند تحلله بواسطة النشادر بنزاميد ....
(أ) $C_6H_5COOCH_3$ (ب) $C_2H_5COOCH_3$
(جـ) $CH_3COOC_6H_5$ (د) $C_2H_5COOC_2H_5$

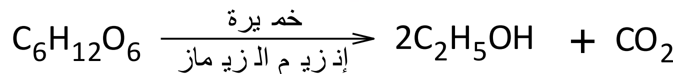
٢٢- المركب العضوي الناتج من التفاعل التالي يعتبر من ....



$$C_2H_5OH + CH_3OH \xrightarrow[140°C]{H_2SO_4} C_2H_5OCH_3 + H_2O$$

(أ) الألدهيدات (ب) الأسترات (جـ) الإيثيرات (د) الأحماض الكربوكسيلية

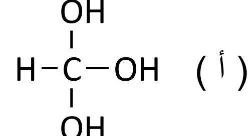
٢٣- يُطلق على التفاعل التالي عملية ....

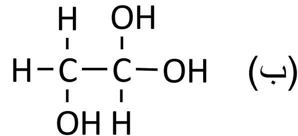


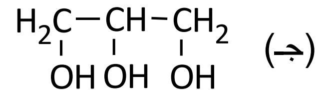
$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{إنزيم الزيماز}]{\text{خميرة}} 2C_2H_5OH + CO_2$$

(أ) بلمرة (ب) أسترة (جـ) تصبن (د) تخمر كحولي

٢٤- الصيغة الكيميائية التي تمثل كحول ثلاثي الهيدروكسيل (جليسرول) ....

(أ)


(ب)


(جـ)


(د)


السؤال السابع : أجب عن الأسئلة التالية :

أولاً :

(أ) اقرأ الجدول التالى ثم أجب :

١	حمض الأسيتيك	٢	حمض الفورميك	٣	حمض الأكساليك
٤	فورمات الإيثيل	٥	أسيتات الميثيل	٦	أسيتات الإيثيل

– اختر من الجدول السابق المركب (أو المركبات) الذي يعتبر ....

١- الأحماض أحادية الكربوكسيل. **(السودان أول ١٢)**

٢- الأسترات العضوية. **(السودان أول ١٢)**

٣- الأحماض ثنائية القاعدية. **(السودان أول ١٢)**

٤- أسترات حمض الإيثانويك.

– حدد بالاستعانة بالجدول السابق :

١- مركبان أيزوميران. **(السودان أول ١٢)**

٢- مركبان ينتج عن التحلل النشادري لهما الأسيتاميد. **(السودان أول ١٢)**

٣- المركبات التي تُحدث فوراناً عند تفاعلها مع بيكربونات الصوديوم.

٤- المُركب الذي يُسمى تبعاً لنظام الأيوباك ميثانوات الإيثيل. **(السودان أول ١٢)**

(ب) اقرأ الجدول التالى ثم أجب :

١	حمض الأكساليك	٢	حمض الإيثانويك	٣	حمض الفورميك
٤	حمض البنزويك	٥	حمض البيوتريك	٦	حمض السالسليك

اختر من الجدول السابق المركب (أو المركبات) الذي يعتبر ....

١- حمض أحادي الكربوكسيل.
٢- حمض ثنائي الكربوكسيل.
٣- حمض عدد ذرات الكربون فيه تساوي عدد مجموعات الكربوكسيل.
٤- حمض يحتوي على مجموعتين وظيفيتين.

(جـ) اقرأ الجدول التالى ثم أجب :

١	$C_6H_5COOCH_3$	٢	$(COO)_2Ca$	٣	الأسبرين
٤	الداكرون	٥	فيتامين جـ	٦	$CH_3COOC_6H_5$

اختر من الجدول السابق المركب (أو المركبات) الذي يعتبر ....

١- الأسترات.
٢- أحماض كربوكسيلية.
٣- الأستر الناتج من تفاعل حمض البنزويك مع الميثانول.
٤- الأستر الناتج من تفاعل حمض الأسيتيك مع الفينول.
٥- المركبين الأيزوميرين.

(د) اقرأ الجدول التالى ثم أجب :

١	أسيتات الميثيل	٢	أسيتات الصوديوم	٣	حمض الإيثانويك
٤	فورمات الميثيل	٥	أسيتات البوتاسيوم	٦	فورمات الإيثيل

اختر من الجدول السابق المركب (أو المركبات) الذي يعتبر ....

١- الأسترات.
٢- أملاح الأحماض الكربوكسيلية.
٣- المركبات المُسماة بنظام الأيوباك.
٤- المركبات التي توجد بها مُشابهة جزيئية.

(هـ) 🕮 اقرأ الجدول التالى ثم أجب :

١	H_3C-CH_2-COOH	٢	$H_3C-C(=O)-O^-Na^+$	٣	$H_3C-C(=O)-O-CH_3$
٤	$H_3C-C(=O)-O-C_2H_5$	٥	$H_3C-C(=O)-OH$	٦	$H_3C-C(=O)-CH_3$

اختر من الجدول السابق المركب (أو المركبات) الذي يعتبر ....

١- المركبات التي تنتج عند تميؤها حمض الإيثانويك.

٢- المركبات التي يستخدم حمض الإيثانويك في تحضيرها.

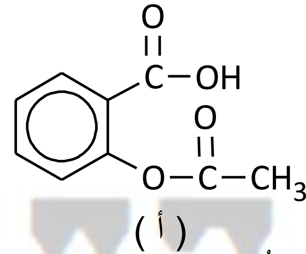
٣- المركبات التي تتفاعل مع محلول الصودا الكاوية.

٤- المركبات التي تعطي فوران مع بيكربونات الصوديوم.

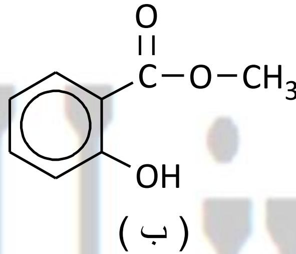
٥- المركبات التي يعطي محلولها المائي أيون الكربوكسيل.

ثانيـاً :

(I) يعتبر زيت المروخ والأسبرين من مشتقات حمض السالسليك :



(أ)



(ب)

حدد الصيغة التي تُمثل كل من زيت المروخ والأسبرين ثم وضح :

١- طريقة تحضير كل منهما.

٢- عدد ونوع المجموعات الوظيفية في كل منهما.

٣- المُركب الذي يُعطي لوناً بنفسجياً مع كلوريد الحديد (III) مع التفسير.

٤- المُركب الذي يُعطي فوراناً مع بيكربونات الصوديوم مع التفسير.

٥- ناتج تفاعل كل منهما مع الصودا الكاوية على البارد.

٦- ناتج التحلل النشادري لكل منهما.

(II) (أ) ، (ب) ، (جـ) ، (د) أربع مجموعات وظيفية :

OH	– O –	–CHO	–COOH
(أ)	(ب)	(جـ)	(د)

١- ما اسم كل مجموعة وظيفية؟

٢- إلى أي قسم من أقسام المركبات العضوية ينتمي كل مركب يحتوي على كل مجموعة منهم؟

٣- اذكر مثالاً لمركب عضوي يحتوي على مجموعة وظيفية من تلك المجموعات.

٤- وضح بالمعادلات الكيميائية تحويل مركب يحتوي على المجموعة الوظيفية :

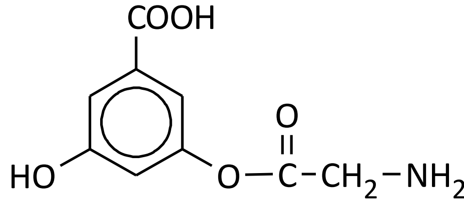
I – (أ) إلى مركب يحتوي المجموعة الوظيفية (ب). **(مصر أول ١٠)**

II – (د) إلى مركب يحتوي المجموعة الوظيفية (أ). **(مصر أول ١٠)**

III – (جـ) إلى مركب يحتوي المجموعة الوظيفية (أ).

IV – (أ) إلى مركب يحتوي المجموعة الوظيفية (جـ).

(III) تتميز مُشتقات الهيدروكربونات باحتوائها على مجموعات وظيفية ، تفحص المُركب التالى ، ثم اجب عن الأسئلة التى تليه :



١- اذكر المجموعات الوظيفية الموجودة بهذا المركب.

٢- حدد أي المجموعات الوظيفية التي :

(أ) تحدث فوراناً عند معالجة المركب بواسطة بيكربونات الصوديوم. **(مصر ثان ١١ ، السودان أول ١١)**

(ب) تعتبر مسئولة عن ظهور لوناً بنفسجياً عند تفاعل المُركب مع كلوريد الحديد**III**. **(السودان أول ١١)**

(جـ) يمكنها تكوين إستر إذا تفاعل المركب مع كحول. **(السودان أول ١١)**

(د) يمكنها تكوين إستر إذا تفاعل المركب مع حمض الإيثانويك. **(مصر ثان ١١)**

(هـ) يمكن أن يحدث لها تحلل نشادري.

(و) لا يمكنها التفاعل مع بيكربونات الصوديوم ولكنها تتفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم.

(IV) " تنقسم مُشتقات الهيدروكربونات إلى مُشتقات تحتوى على نيتروجين (الأمينات) وأخرى تحتوى على الأكسجين ومنها الكحولات، والإيثيرات، والألدهيدات، والكيتونات، والأحماض ومُشتقاتها، والفينولات "

١- اكتب الصيغة العامة لكل قسم من هذه الأقسام.

٢- ما المجموعة الوظيفية التي تميز كل قسم منهم؟

٣- اذكر مثال لكل قسم منهم.

٤- وضح بالمعادلات الكيميائية كيف تستخدم الكحولات لتحضير كل مما يلي :

(أ) ألكين (ب) إيثير

(جـ) ألدهيد (د) كيتون

(هـ) حمض كربوكسيلي (و) إستر

٥- كيف تحصل على الفينول من البنزين العطري والعكس.

ثالثاً : تلعب المركبات العضوية دوراً هاماً في حياتنا اليومية بيّن الأهمية التطبيقية لكل مركب من المركبات التالية :

(١) كربونات أو بيكربونات الصوديوم. **(٢)** حمض الفورميك.
(٣) حمض الأسيتيك. **(٤)** حمض البنزويك.
(٥) بنزوات الصوديوم. **(٦)** حمض السيتريك.
(٧) حمض اللاكتيك. **(٨)** خامس أكسيد الفاناديوم.
(٩) الأحماض الألفا أمينية. **(١٠)** الزيوت والدهون.
(١١) الأسبرين. **(١٢)** ألياف الداكرون.
(١٣) الأسترات. **(١٤)** زيت المروخ.
(١٥) حمض السالسليك. **(١٦)** حمض الأسكوربيك (فيتامين جـ).

رابعاً : 🕮 اكتب الصيغة البنائية للحمض الناتج من أكسدة ما يأتي :

١	CH_3-CHO	٢	CH_3-OH
٣	$H_3C-CH(CH_3)-CH(CH_3)-C(=O)-H$	٤	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$

خامساً : 🕮 اكتب أسماء المركبات الآتية ثم وضح كيف تُحضر كل منها بطريقة التعادل :

١	C_6H_5COONa	٢	CH_3COOK
٣	$CH_3-CH_2-COONa$	٤	$(HCOO)_2Ca$

سادساً : 🕮 أي من المركبات الآتية يعتبر حمضاً كربوكسيلياً ؟

① $H_3C-CH_2-CH_2-C(=O)-CH_3$ ② $H_3C-C(=O)-H$ ③ $H_3C-CH_2-C(=O)-O-CH_3$

④ $HOOC-CH_2-CH_3$ ⑤ $H_3C-CH_2-C(=O)-OH$

سابعاً : 🕮 ما الاسم الكيميائي لكل مما يأتي :

(١) الأسبرين. **(٢)** الزيوت والدهون.
(٣) التفلون. **(٤)** فيتامين جـ.
(٥) T.N.T **(٦)** P.V.C

ثامناً : رتب المركبات التالية ترتيباً تصاعدياً تبعاً لزيادة الصفة الحمضية لهما :- **(مصر أول ١٠)**

CH_3OH	C_6H_5COOH (حمض البنزويك)	CH_3COOH	HCl	C_6H_5OH (الفينول)

تاسعاً : في إحدى الحروب ، أُصيب جندي بمادة متفجرة (أ) واحتاج لمادة مُخدرة (ب) لإجراء عملية جراحية وعندما أفاق شعر بصداع فأعطاه الطبيب المادة (جـ)

بعد قراءتك للفقرة السابقة أجب عن الأسئلة التالية باختيار الإجابة الصحيحة من بين القوسين مع كتابة الصيغة الكيميائية : **(مصر ثان ٠٩)**

١- المادة (أ) قد تكون .... **(جامكسان – نفثالين – ثلاثي نيترو طولوين)**

٢- المادة (ب) قد تكون .... **(طولوين – هالوثان – حمض البكريك)**

٣- المادة (جـ) قد تكون .... **(زيت المروخ – إستر أسيتات الميثيل – أسيتيل حمض السالسليك)**